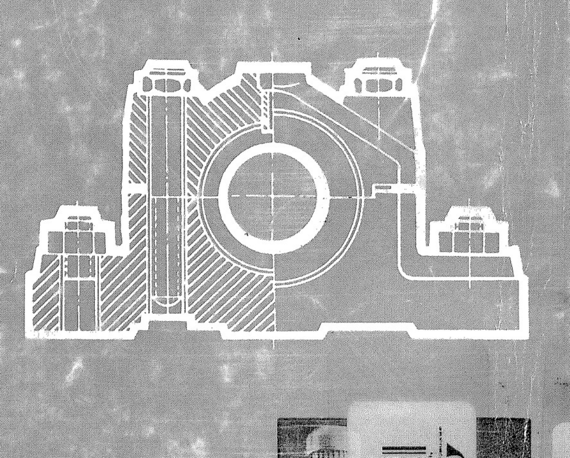


براد التجميع



الأسس التكنولوجية



بـــراد التجميـــع

هذا الكتاب هو الترجمة الكاملة لكتاب
THE FITTER
من سلسلة: TECHNICAL FUNDAMENTALS

براد التجميع

الأساليب الفنية والعدد المستعملة

تأليف : انجلبرت جريتز
ترجمة : المهندس رضا محمود سليمان

تصـــدير

هذه السلسلة – الأسس التكنولوجية – ثمرة تعاون وثيق هادف بين دارين من أكبر دور النشر العالمية ، أحداهما دار النشر فى لايبزج EDITION LEIPZIG، والثانية مؤسسة الأهرام .

وقد تضافرت جهود الدارين على تحقيق النشر العربى لهذه السلسلة الرفيعة التى لقيت كتبها المنشورة بالإنجليزية والفرنسية والأسبانية أقبالا منقطع النظير . ولا عجب أن تنتقى مؤسسة الأهرام هذه السلسلة بالذات لتكون طليعة نشاطها فى مجال النشر العلمى والتكنولوجى .

فالمتصفح لأى كتاب من كتب السلسلة ، أو المستعرض لعناوين الكتب التى صدرت منها حتى الآن ، يجد أن التخطيط لهذه السلسلة يقوم على تبصر عميق باحتياجات الطبقة العريضة من الملاحظين والفنيين الذين يمثلون عصب الإنتاج الصناعى وقوته الكامنة الحقيقية – لذلك فإن دار النشر فى لايبزج قد عهدت إلى أعلام التأليف التكنولوجى فى جمهورية ألمانيا الديموقراطية بتصنيف كتب هذه السلسلة ، كما عهدت مؤسسة الأهرام إلى خيرة المهندسين ورجال العلم ممن لهم نشاط واسع فى مجال الترجمة الفنية للقيام بهذه المهمة .

وواقع الأمر أن فائدة هذه السلسلة غير مقصورة على الملاحظين والفنيين فحسب – بل هى الفة الأهمية أيضاً للمهندسين الذين يبتغون توسيع آفاق خبراتهم بالإطلاع على التخصصات الأخرى، لغير الفنيين الذين يريدون أن تتكامل معلوماتهم فى مختلف المجالات التكنولوجية .

أنور محمود عبد الواحد

قائمة المحتويات

صفحة

صفحة

صفحة

صفحة

مقـــدمة

يتسع نطاق عمل براد التجميع (التّركيبات) ليشمل تجميع المكنات الجديدة المختلفة المواصفات وصيانتها وإصلاحها . ولا يخلو أي مجال من مجالات الحيــاة الاقتصادية من استعمال المكنات ، والأجهزة ، والعدد وما إلى ذلك . ويتوقف ذلك على طبيعة السلع المنتجة .

وتنقسم المكنات عموما وفقا للغرض منها إلى مجموعتين ، هما :

المحركات الأساسية :

مثل التوربينات المــائية ، ومحركات الديزل والبنزين ، والمحركات البخارية ، والمحركات الكهربائية . . . . الخ .

مكنات التشغيل والإنتــاج :

مثل مكنات الورش (المخارط ، المقاشط . . . الخ) والمضخات ، ومكنات الطبــاعة ومكنات النسيج . . . الخ .

ولتوصيل المحركات الأساسية بمكنات التشغيل والإنتاج يستعان بوسائل النقل المعروفة ، مثل وسائل النقل بالسيور ، ووسائل الإدارة بالتّروس . . . الخ .

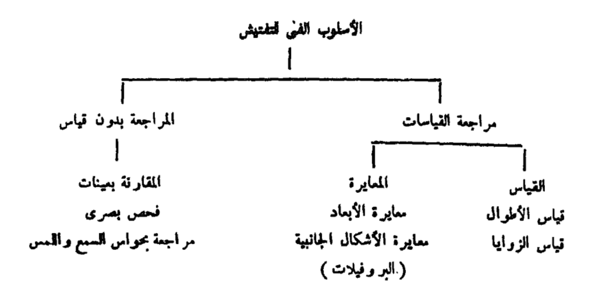
وبالإضافة إلى ذلك فقد زودت المكنات الحديثة بأجهزة القياس ووسائل الضبط والتحكم حتّى يمكن إجراء العمليات المطلوبة بطريقة أوتوماتية أو نصف أوتوماتية .

والأساليب الفنية للعمل اليدوى المشروحة فى هذا الكتاب تستخدم على نطاق واسع فى الصناعات الهندسية . وقد أختيرت ضمن موضوعات هذا الكتاب ، وخصوصا من وجهة نظر جمهورية ألمــانيا الديمقراطية التّى تعتبر إحدى البلاد المتقدمة فى بنــاء المكنات على أساس خبراتها الطويلة فى هذا المجال .

وترجع الصناعات الهندسية فى هذه الدولة إلى مئات السنين . وقد ساعدت المهارات العالية التّى يتميز بها العمال المشتغلون فى مجــال الصناعات الهندسية بجمهورية ألمــانيا الديمقراطية على جعل منتجات هذه الدولة فى مقدمة المنتجات التّى تصدر فى جميع أنحاء العــالم .

وقد تكون هذه الأمثلة القليلة كافية لبيان مدى ما يشمله عمل براد التجميع . ولتجميع المكنات وصيانتها وإصلاحها تتبع أساليب فنية وعدد معينة .

وتصنع قطع التشغيل طبقا للرسومات الفنية والرسومات التخطيطية أو قد تصنع فى أثناء عمليات الإصلاح بصفة خاصة وفقا لنموذج لها . ويجب أن تراجع أبعاد الشغلة وشكلها أثناء إنتاجها فى مراحل معينة من إنتاجها . لهذا الفرض تتبع طرق متعددة تتناسب مع العمل المطلوب .



الفصل الأول

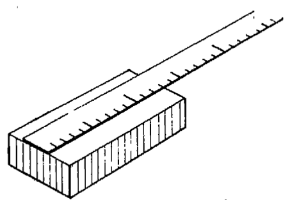
مراجعة القياسات

أولا : قياس الأطوال :

١ – مبادئ عامة :

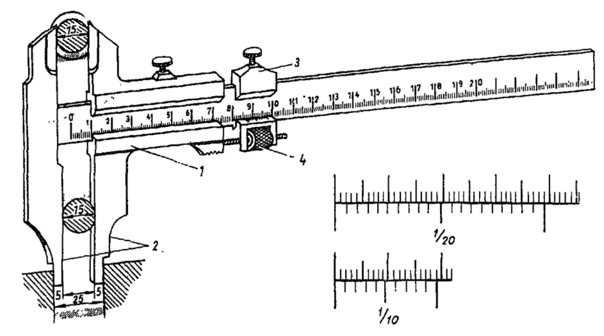
عند مراجعة مقاسات قطع التشغيل أو دقتها ، تقارن أبعادها بالوحدات المحددة للقياس (المليمتر ، البوصة) .

وتستعمل المسطرة الصلب (شكل ١) للقياسات الخطية البسيطة ، كما تستعمل عدة القياس الانزلاقية ذات الفكين (القدمة) لنفس الغرض (شكل ٢) . ودقة القراءة بمساطر القياس الصلب حوالى ٠,٥ مم*. أما دقة القياسات المأخوذة بواسطة عدة القياس الانزلاقية ذات الفكين فتصل إلى ٠,١ م ، وقد تصل فى بعض الأحوال الخاصة إلى ٠,٠٥ م . وهذه الدرجة من الدقة تقل على أية حال عن متطلبات كثير من الأعمال الموجودة فى مجال الصناعات الهندسية . فباستمرار تكون أبعاد قطع التشغيل ذات دقة تصل إلى جزء من مائة أو ألف من المليمتر ($\frac{١}{١٠٠}$ م أو $\frac{١}{١٠٠٠}$ م) .



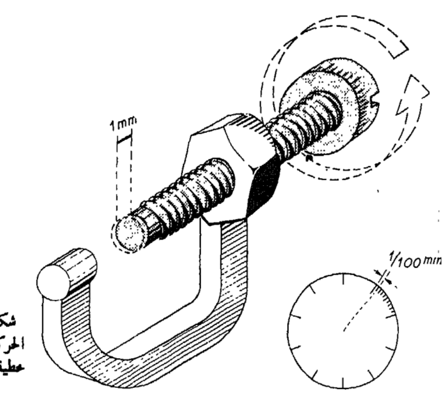
شكل ١ : أخذ مقاس خطى بواسطة أداة قياس من الصلب .

(*) استعمال المسطرة الصلب وعدة القياس الانزلاقية ذات الفكين مشروحة فى كتاب « تشغيل المعادن » من سلسلة كتب « الاسس التكنولوجية » .



شكل ٢ : القياس بواسطة عدة قياس ذات فكى أنزلاق (قدمة انزلاق)

1 مقياس الورنية المنزلق بمسمار الضبط .
2 فكا القياسات الداخلية .
3 الربط بمسمار الضبط .
4 لولب الضبط النهائى .

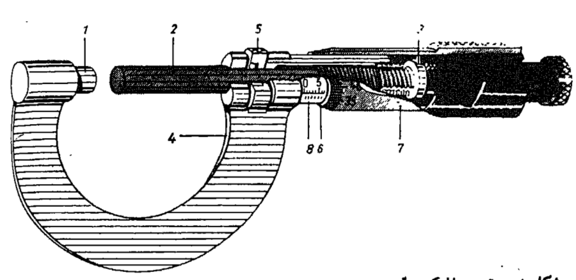


شكل ٣ : قاعدة تحويل الحركة الدورانية إلى حركة خطية فى الميكرومتر .

٢ – الميكرومترات :

(أ) القــاعدة :

إن قاعدة عمل الميكرومترات مبنية على نظرية تحويل الحركة الدائرية إلى حركة مستقيمة (شكل ٣) . فالميكرومتر عمود ملولب (مقلوظ) بخطوة ٠,٥ مم لكى يحول القياسات الصغيرة إلى قراءات كبيرة يمكن قراءتها .

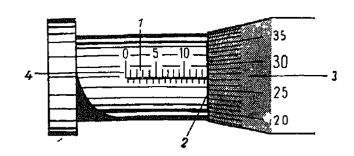


شكل ٤ : تصميم الميكرومتر

1 السندان
2 عمود القياس
3 صمولة الجلبة
4 الهيكل (الإطار)
5 حلقة الربط .
6 حافة القياس
7 كشتبان مدرج
8 التدريج على الهيكل
9 مصد الساقطة

(ب) تصميم الميكرومتر (شكل ٤) :

تزود الميكرومترات بخطين للبيان وتدريجين . وأحد التدريجين يبين أنصاف المليمترات وهو المشكل على الهيكل . وحافة الكشتبان هى خط بيان مقدار هذا التدريج . أما التدريج الثانى فيبين أجزاء من مائة من المليمتر ، وهى المرقمة على الكشتبان . والخط الموجود على الهيكل هو خط بيان مقدار هذا المقياس . فتدريج الهيكل يبين أنصاف المليمترات ، فى حين أن التدريج الموجود على الكشتبان مقسم إلى ٥٠ قسم ، يبين كل قسم منها جزءا من مائة من المليمتر (شكل ٥) .

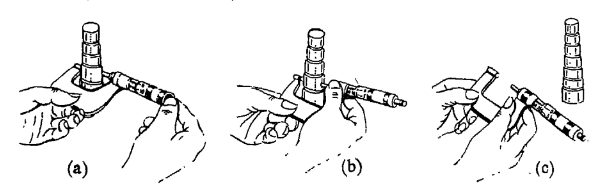


شكل ٥ : خطوط قراءة الميكرومتر

1 تدريج قراءة المليمترات وأنصاف المليمترات .
2 خط قراءة جزء من مائة وأنصاف المليمترات .
3 تدريج قراءة جزء من مائة من المليمتر ($\frac{١}{١٠٠}$ مم)
4 خط قراءة الأجزاء من مائة من المليمتر ($\frac{١}{١٠٠}$ مم)

(جـ) القياس بالميكرومتر :

يرتكز سندان الميكرومتر على قطعة التشغيل المطلوب قياسها . نتقدم بسطح القياس إلى قطعة التشغيل ، ويتم ذلك بادارة برميل القياس فيلف عمود القياس . يستعمل فى المسافة الأخيرة مصد الساقطة ، فى حين يحرك فك الميكرومتر قليلا إلى الأمام والخلف على قطعة التشغيل .

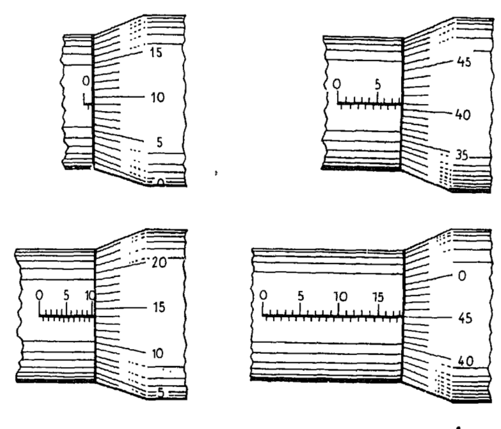


شكل ٦ : طريقة استعمال الميكرومتر

(a) أدر مصد الساقطة حتى يلامس عمود القياس قطعة التشغيل .
(b) أغلق حلقة الربط واسحب الميكرومتر بعناية من على قطعة التشغيل .
(c) اقرأ النتيجة .

والقوة المبذولة لإدارة العمود باليد تنتقل بدورها عن طريق اللولب لزيادة ضغط القياس بين الساند ووجه العمود . وتؤدى الزيادة فى ضغط القياس إلى الخطأ فى القياس ، ويرجع هذا

إلى خاصية التشوه المرن لقطعة التشغيل والميكرومتر . فاذا تجاوزت القوة المستعملة على مصد الساقطة الحد المفروض ، فان الساقطة تنزلق . وبهذه الطريقة يمكن تحديد ضغط القياس وتثبيته . وعندما ينزلق مصد الساقطة يجب ربط حلقة الإحكام وسحب الميكرومتر باحتراس وعناية من على قطعة التشغيل ثم تقرأ النتيجة (شكل ٦) .



شكل ٧ : أمثلة لقراءات الميكرومتر .

أمثلة لقراءة الميكرومتر (شكل ٧) :

المليمترات الكاملة وأنصافها	١	٨,٥	١٠,٥	١٨,٥
جزء من مائة من المليمتر ($\frac{١}{١٠٠}$ مم)	٠,٠٩	,٤١	,١٤	,٤٥
القراءة	١,٠٩	٨,٩١	١٠,٦٤	١٨,٩٥

(د) استعمال الميكرومتر :

يستعمل الميكرومتر أساسا لقياس المشغولات ذات السطح المشطب ، مثل مرتكزات المحاور والأعمدة وقطع الضبط بأنواعها المختلفة والأصابع (البنوز) الأسطوانية وخوابير

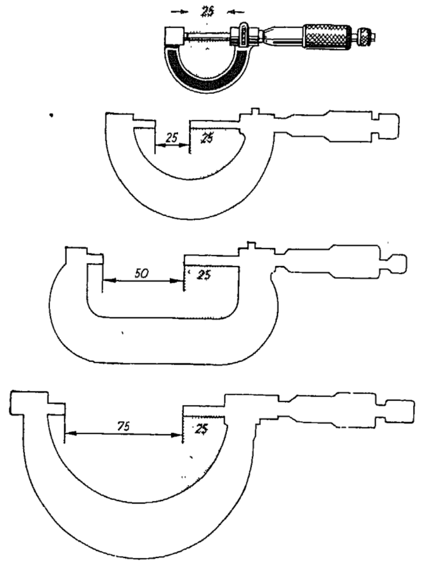
التركيب .... الخ . وتتميز الميكرومترات عن بعضها البعض باختلاف نطاقات قياسها . ونطاقات القياس هي كما يلي :

من صفر إلى ٢٥ مم

من ٢٥ مم إلى ٥٠ مم

من ٥٠ مم إلى ٧٥ مم .

من ٧٥ مم إلى ١٠٠ مم (شكل ٨) .



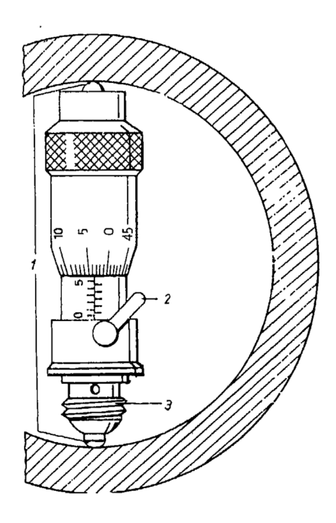
شكل ٨ : نطاقات القياس بالميكرومترات

يستعمل الميكرومتر الداخلى للقياسات الداخلية . ونطاق قياسه هو ١٣ م . ومع ذلك فانه يمكن أخذ قياسات داخلية تصل إلى ٤٠٠ م باستعمال مولج مناسب (شكل ٩) .

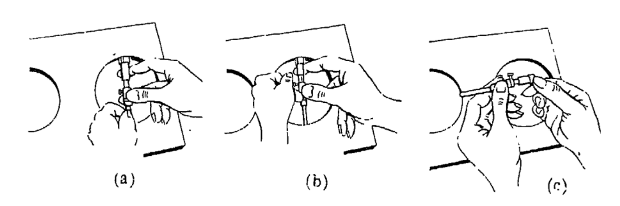
ويستعمل الميكرومتر الداخلى بنفس الكيفية التى يستعمل بها الميكرومتر الخارجى . ويجب العناية بوضع الميكرومتر الداخلى فى وضعه الصحيح ، وإلا أصبح خطأ القياس محتما (الشكلان ١٠ ، ١١) .

وتقاس الأعماق ذات الدقة العالية بواسطة ميكرومتر الأعماق . وعند أخذ القياسات يجب التأكد من أن الساند يلامس قطعة التشغيل بالكامل . وواضح أن التقسيم المليمترى على الكشتبان مرتب عكس تدريج الميكرومتر الخارجى أو الميكرومتر الداخلى .

ويمكن تغيير حدود (نطاق) القياس باستعمال المولجات المناسبة (الشكلان ١٢ ، ١٣) .



شكل ٩ : ميكرومتر داخلى
1 أصبع التحسيس (الجس)
2 مسمار الضبط
3 مسمار للايلاج

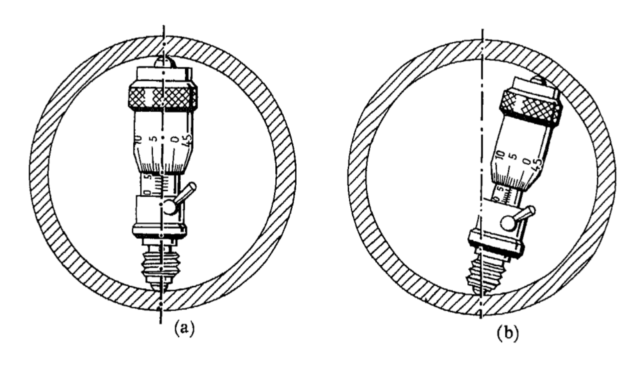


شكل ١٠ : طريقة استعمال الميكرومتر الداخلى

(a) امسك الميكرومتر من نهايته السفلى ، حركه جيئة وذهابا فى أثناء لف الكشتبان المدرج حتى يلامس أصبع التحسيس الجدران الداخلية .

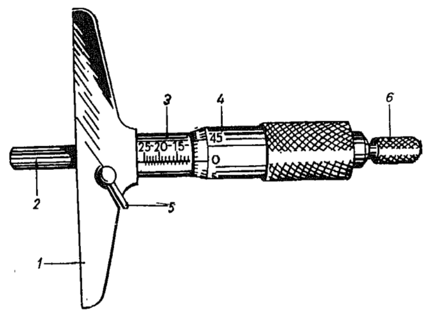
(b) احكم ربط مسمار الضبط .

(c) اخرج الميكرومتر من الثقب واقرأ النتيجة .



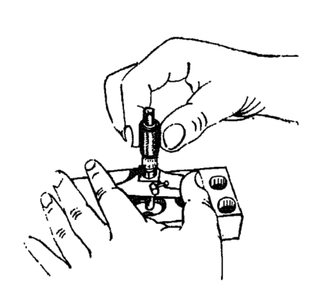
شكل ١١ : احتمالات الأخطاء عند أخذ القياسات بواسطة الميكرومتر الداخلى .

(a) الطريقة الصحيحة (b) الطريقة الخاطئة



شكل ١٢ : ميكرومتر تحديد قياس الأعماق

1 الساند
2 عمود القياس
3 الهيكل (الإطار)
4 الكشتبان
5 ذراع الاحكام (الزنق)
6 مسمار الضبط الدقيق



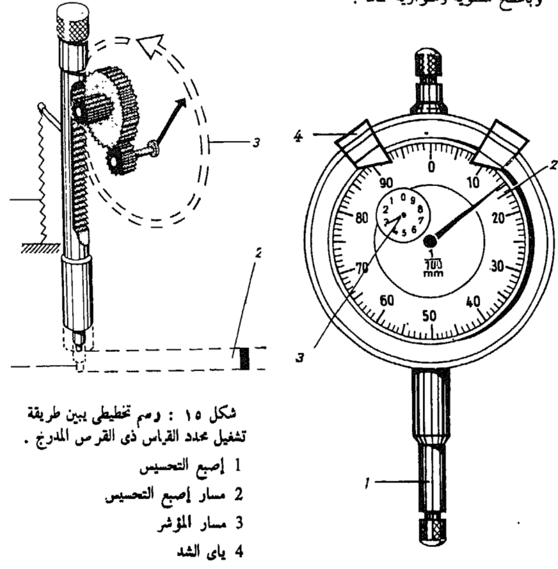
شكل ١٣ : طريقة استعمال
ميكرومتر تحديد قياس الأعماق

(٣) المبين ومحددات القياس ذوات القرص المدرج (مبين الساعة) :

(أ) القــاعدة (شكل ١٤) :

تنتقل الحركة الطفيفة لأصابع القياس بمحدد القياس ذى القرص المدرج إلى المؤشر بمقياس مكبر بواسطة جريدة مسننة وترس صغير (شكل ١٥) .

وتستعمل محددات القياس ذوات القرص المدرج لمراجعة أبعاد المساحات الكبيرة ، كمراجعة توازى قطع التشغيل ، ومراجعة مركزية دوران العمود ، وما شابه ذلك . وحدود (نطاق) قياسها من ٣ مم إلى ١٠ مم ، ودقة قياسها ٠,١ مم . وتستعمل محددات القياس ذوات القرص مع قوالب القياس باستمرار فى قياس الاختلافات بين الأبعاد الفعلية لقطعة التشغيل والأبعاد المطلوبة . وتصنع قوالب القياس من الصلب المصلد ، وبدرجة عالية من دقة القياس ، وبأسطح مستوية ومتوازية تماما .

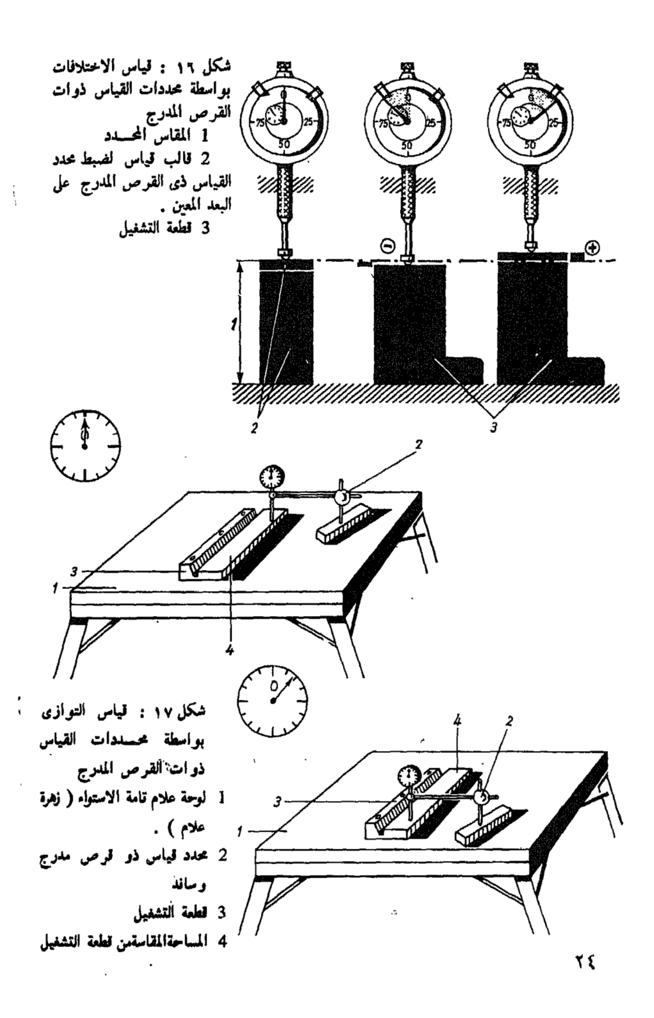


شكل ١٥ : رسم تخطيطى يبين طريقة تشغيل محدد القياس ذى القرص المدرج .

1 إصبع التحسيس
2 مسار إصبع التحسيس
3 مسار المؤشر
4 ياى الشد

شكل ١٤ : محدد قياس بقرص مدرج

1 أصبع التحسيس (الجس)
2 القرص المدرج الدائرى
3 المؤشر المبين للمليمترات الكاملة .
4 علامات ضبط مقدار التفاوت المسموح به .



شكل ١٦ : قياس الاختلافات بواسطة محددات القياس ذوات القرص المدرج

1 المقاس المحـــدد

2 قالب قياس لضبط محدد القياس ذى القرص المدرج على البعد المعين .

3 قطعة التشغيل

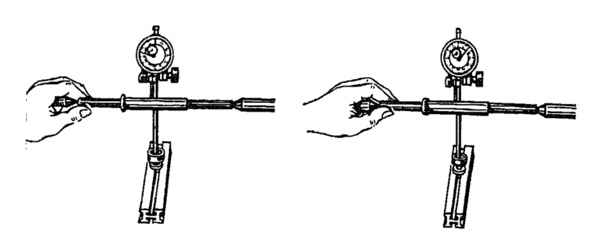
شكل ١٧ : قياس التوازى بواسطة محـــددات القياس ذوات القرص المدرج

1 لوحة علام تامة الاستواء (زهرة علام) .

2 محدد قياس ذو قرص مدرج وسائد

3 قطعة التشغيل

4 المساحة المقاسة من قطعة التشغيل



شكل ١٨ : مراجعة مركزية عمود بواسطة محدد القياس ذى القرص المدرج

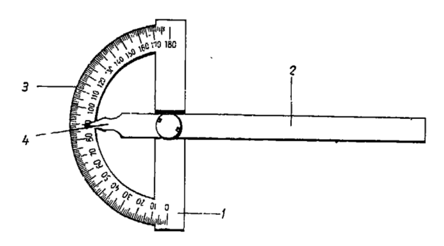
(ب) استعمال محددات القياس ذوات القرص المدرج :

تستعمل محددات القياس ذوات القرص المدرج لقياس الاختلافات فى الأبعاد (شكل ١٦ وكذلك التوازى .

فإذا انحرف مؤشر محدد القياس ذى القرص ، دل ذلك على خروج قطعة التشغيل د توازيها (شكل ١٧) أو خروج العمود عن مركزيته (شكل ١٨) .

ثانيا : قياس الزوايا :

للمنقلة البسيطة تدريج بالدرجات الزاوية مرتبة على شكل نصف دائرة ، ومؤشر متحر بحافة مستقيمة توضع على الشغلة المطلوب قياسها . ويؤخذ المقياس الفعلى للزاوية على قطع التشغيل من القيمة المبينة . والقراءات المأخوذة بهذه المناقل دقيقة فى حدود ١° ، أما نصف الدرجة فتحدد قيمتها تقديريا (شكل ١٩) .



شكل ١٩ : المنقلة البسيطة

1 المسطرة الثابتة 2 المسطرة المتحركة 3 المقياس 4 المؤشر

شكل ٢٠ : المنقلة الجامعة
1 المسطرة الثابتة
2 المسطرة المتحركة
3 المقياس الرئيسى
4 ورنية الدقائق
5 مسمار الضبط الكبير
6 مسمار ضبط المسطرة المتحركة

شكل ٢١ : أمثلة تبين طريقة استعمال المنقلة الجامعة

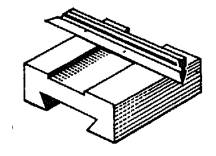
وللحصول على قراءات أكثر دقة للزوايا ، تستعمل المناقل الجامعة (العامة) .

وتزود المنقلة الجامعة بورنية تسمح بقراءة زوايا قطعة التشغيل بدقة ٠,٥ وتقرأ النتيجة على المقياس الرئيسى المقسم إلى أربعة نطاقات كل منها ٩٠° (الشكلان ٢٠ ، ٢١) .

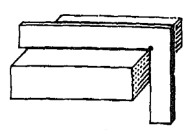
ثالثا : محددات الأشكال الجانبية :

يلزم غالبا فى الصناعات الهندسية مراجعة أشكال الحواف والأسطح وأوضاعها بالنسبة لبعضها البعض وتستعمل لهذه الأغراض العدد الآتية :

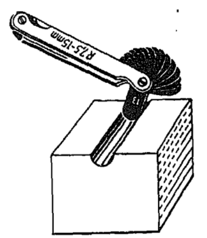
– محددات قياس خطية ذات شعرة (قدة بحد سكين) (شكل ٢٢) .



شكل ٢٢ : أخذ القياسات بواسطة محدد القياس ذى الخط الشعرى (قده بحد سكين) .



شكل ٢٣ : أخذ القياسات بواسطة زاوية قائمة



شكل ٢٤ : أخذ القياسات بواسطة محدد قياس نصف القطر .

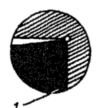


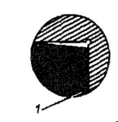


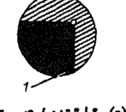


(a) سطح معوج (b) سطح مقعر (c) سطح محدب (d) سطح مستو

شكل ٢٥ : نماذج لنتائج القياس بواسطة محدد القياس ذى الخط الشعرى



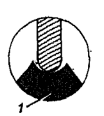


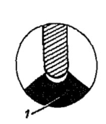


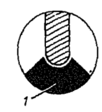
(a) أقل من زاوية قائمة (b) أكبر من زاوية قائمة (c) قطعة تشغيل صحيحة

1 قطعة التشغيل

شكل ٢٦ : نماذج لنتائج القياس بزاوية قائمة







(a) نصف قطر كبير جدا (b) نصف قطر متغير جدا (c) قطعة تشغيل ذات مقاس صحيح

1 قطعة التشغيل

شكل ٢٧ : نماذج لنتائج القياس بواسطة محدد قياس نصف القطر

وتستعمل لمراجعة الاستواء العام لأسطح قطعة التشغيل .

– الزاوية القائمة الصلب (شكل ٢٣) .

وتستعمل لمراجعة تعامد أسطح قطعة التشغيل على بعضها البعض .

– محددات قياس نصف القطر (شكل ٢٤) .

وتستعمل لمراجعة دقة تقوس قطع التشغيل .

وتستعمل محددات قياس الأشكال الجانبية (البروفيلات) مثل محدد القياس الخطى ذى الشعرة (القــدة) أو الزاوية القائمة أو محدد قياس نصف القطر ، طريقة الإختبار بثغرة الضوء . ويجرى ذلك بوضع قطعة التشغيل وعليها محدد القياس فى مقابلة مصدر ضوء . ويمكن الحكم على جودة السطح المشطب من درجة انتظام ثغرة الضوء بين قطعة التشغيل ومحدد القياس .

وقد وجد فى طريقة الإختبار بثغرة الضوء أن أصغر إختلاف عن السطح الإسمى يمكن رؤيته بالعين المجردة فى حدود ٥ ميكرون (μ) = ٠,٠٠٥ م (الأشكال ٢٥ ، ٢٦ ، ٢٧) .

رابعا : التفاوتات والتوافقات :

١ – إيضاحات :

التجميع الصحيح والأداء السليم للمكنات فى الظروف المعينة يتوقف على كيفية تركيب الأجزاء المكنية بعضها ببعض . مثال ذلك وجوب دوران العمود بحرية فى محامله ، فى حين تركب بتوافق إحكام الإصبع الإسطوانية المصممة لتوصيل جزءين بشكل ثابت .

وهناك عوامل أخرى حاسمة ، هى حالات التشغيل العـامة للمكنة والدقة المطلوبة لأدائها . ومثال ذلك أن مولدات الحركة (محركات السيارات ، المحركات الكهربائية . . . الخ) أو مكنات الورش (المخارط مكنات التفريز . . . الخ) ، يجب أن تكفل لها درجة دقة أعلى من تلك التى لمكنات الزراعة ومعدات التشييد .

وعليا لا يمكن فى الغالب عمل أجزاء مكنية مضبوطة تطابق تماما المقاس المنصوص عليه ، مثل قطر مقاسه ٦٠ م بالضبط (المقاس الإسمى) . وحتى فى العمليات المكنية الأكثر دقة يظهر فى الأبعاد الحقيقية للجزء المشطب إختلاف عن المقاس المبين ، وخصوصا عند تشغيل أجزاء متعددة من نفس النوع .

مثــال : مطلوب عمل ثقوب بقطر ٢٠ م فى ١٠ قطع تشغيل ، ثم برغلتها . المقاس الاسمى المحدد هو ٢٠ م . وعلى أية حال ، فعند قياس الثقوب المنتهية ، حصلنا على المقاسات الفعلية الآتية :

الجزء ١	٢٠,٠١٠ م	الجزء ٦	١٩,٩٧٠ م
الجزء ٢	١٩,٩٩٠ م	الجزء ٧	١٩,٩٨٥ م
الجزء ٣	٢٠,٠٤٠ م	الجزء ٨	٢٠,٠٢٠ م
الجزء ٤	٢٠,٠٥٥ م	الجزء ٩	٢٠,٠٣٥ م
الجزء ٥	٢٠,١٠٥ م	الجزء ١٠	١٩,٩٠٠ م

يبين هذا المثال أن المقاسات الفعلية مختلفة من المقاس الأكبر ٢٠,١٠٥ م (الجزء ٥) إلى المقاس الأصغر ١٩,٩٠٠ م (الجزء ١٠) . والإختلاف بين المقاس الأكبر والمقاس الأصغر يسمى التفاوت .

يوضح هذا أنه يجب التمييز بين الأبعاد الآتية :

المقاس الإسمى ويعرف بالبعد الأساسى أو بعد التصميم :

هو البعد المحدد فى الرسم الفنى ، والرسم التخطيطى . . . . الخ (فى هذا المثال القطر ٢٠ م) .

المقـــاس الفعلى :

هو البعد المقاس للأجزاء المتعددة المنتهية (فى هذا المثال الأبعاد الناتجة من تشغيل الأجزاء من ١ إلى ١٠) .

المقاس الأصغر (الأدنى) :

هو البعد الأصغر أو حد المقاس الأقل من مقاس التصميم (فى المثال المذكور ينطبق هذا على الجزء ١٠) .

المقاس الأكبر (الأعلى) :

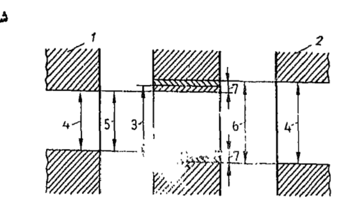
هو البعد الأكبر أو حد المقاس الأكبر من مقاس التصميم (فى المثال المذكور ينطبق هذا على الجزء ٥) .

التفاوت :

التفاوت هو الإختلاف الكلى المسموح به للمقاس . وهو عبارة عن الفرق بين حدى المقاس (شكل ٢٨) .

يعرف المقاس الأكبر والمقاس الأصغر بأنهما المقاسان المحددان، أو التسامح فوق المقاس الإسمى والتسامح تحت المقاس الإسمى على الترتيب (الحد الأعلى – الحد الأدنى) . وينسب المقاسان المحددان إلى المقاس الإسمى . ومن ثم فإن البعد ٥٠ ± ٠,١ يعنى أن الحد الأعلى للمقاس هو ٥٠,١ م والحد الأدنى له هو ٤٩,٩ م وأن مقدار الإختلاف الكلى المسموح به فى المقاس الإسمى ، أى التسامح باختصار هو ٠,٢ م .

ولا يقع المقاس الإسمى فى الغالب بين المقاسين الأكبر والأصغر ولكن يقع فوقهما أو تحتهما بمسافة صغيرة . وينطبق هذا فى الحالات الخاصة التى يركب فيها جزءان مع بعضهما البعض ،



شكل٢٨ : أبعاد التفاوتات المسموح بها.

1 الجزء رقم ١٠
2 الجزء رقم ٥
3 المقاس الأسمى أو المقاس الأساسى
4 المقاس الفعلى
5 المقاس الأصغر
6 المقاس الأكبر
7 التفاوت المسموح به

أو عند الاستعاضة بتعبير اوضح مثل ٦٠ $^{-٠,١}_{-٠,٣}$ عن تعبير أكثر تعقيدا مثل ٥٩,٨ ± ٠,١

ويكتب التسامح على الرسومات الفنية أو التخطيطية ملاصقا للبعد الإسمى حيث تبين العلامة الموجبة (+) التسامح فوق المقاس الإسمى والعلامة السالبة (−) التسامح تحته .

أمثلة	المقياس الأسمى	المقياس الأكبر	المقياس الأصغر	التفاوت	التسامح: فوق المقياس الاسمى	التسامح: تحت المقياس الأسمى
٥٢ + ٠,٢٥	٥٢	٥٢,٢٥	٥٢,٠	٠,٢٥	+ ٠,٢٥	٠,٠
٢٥ − ٠,٢	٢٥	٢٥,٠	٢٤,٨	٠,٢	٠,٠	− ٠,٢
١٦ ± ٠,١	١٦	١٦,١	١٥,٩	٠,٢	+ ٠,١	− ٠,١
٣٦ + ,٠٥ + ,٠٤	٣٦	٣٦,٠٥	٣٦,٠٤	٠,٠١	+ ٠,٠٥	+ ٠,٠٤
٥٠ − ,٠٣ − ,٠٥	٥٠	٤٩,٩٧	٤٩,٩٥	,٠٢	− ٠,٠٣	− ٠,٠٥

وقد يطلق على الأبعاد التى لا تحدد لها تفاوتات إسم المقاسات الحرة . ويجب أن تطبق على مثل هذه المقاسات التفاوتات القياسية التى تختلف باختلاف درجة الجودة المطلوبة للأجزاء ، وهى :

أملس ، ومتوسط ، وخشن . وفى الغالب تحدد مثل هذه التفاوتات القياسية فى المقاسات الحرة للأنواع المعينة من المكنات . وهناك تباين فى التفاوتات القياسية فى الأبعاد الحرة عند التشكيل بالقطع والتشكيل بدون قطع .

جدول القيم التجريبية للتفاوتات القياسية فى المقاسات الحرة .

التشكيل بالقطع :

القيمة الإسمية مم	التغيير المسموح به بالمليمتر لكل من :	
	الأبعاد الخارجية	الأبعاد الداخلية
من ٣ إلى ١٠	من+١و٠ إلى – ٢و٠	من+٢و٠ إلى – ١و٠
من ١٠ إلى ٣٠	من+١و٠ إلى – ٣و٠	من+٣و٠ إلى – ١و٠
من ٣٠ إلى ٨٠	من+١و٠ إلى – ٤و٠	من+٤و٠ إلى – ١و٠
من ٨٠ إلى ١٨٠	من+١و٠ إلى – ٥و٠	من+٥و٠ إلى – ١و٠
من ١٨٠ إلى ٥٠٠	من+١و٠ إلى – ٨و٠	من+٨و٠ إلى – ١و٠

التشكيل بدون قطع :

القيمة الإسمية مم	التغيير المسموح به بالمليمتر لكل من :	
	الأبعاد الخارجية	الأبعاد الداخلية
من ٣ إلى ١٠	من+١و٠ إلى – ٣و٠	من+٣و٠ إلى – ١و٠
من ١٠ إلى ٣٠	من+١و٠ إلى – ٤و٠	من+٤و٠ إلى – ١و٠
من ٣٠ إلى ٨٠	من+١و٠ إلى – ٦و٠	من+٦و٠ إلى – ١و٠
من ٨٠ إلى ١٨٠	من+١و٠ إلى – ٨و٠	من+٨و٠ إلى – ١و٠
من ١٨٠ إلى ٥٠٠	من+١و٠ إلى – ١و٠	من+١و٠ إلى – ١و٠

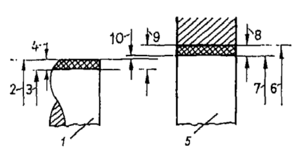
٢ – التوافقات :

ناقشنا فيما سبق قطعة تشغيل واحدة وتفاوتاتها . والتفاوتات التى تظهر عند تشغيل قطع المشغولات أهمية خاصة عند تركيب أجزائها بعضها ببعض . ولهذا فإن ما قيل فى الحالات السابقة عن قطعة التشغيل الواحدة ينطبق عند ازواج الجزءين المركب بعضهما ببعض .

وقد تكون قطع التشغيل حرة الحركة بالنسبة لبعضها البعض أو قد تركب تركيبا محكما . وفى الحالة الأولى تعرف التركيبة الناتجة باسم « توافق خلوص » وفى الحالة الثانية تعرف باسم « توافق تداخل » ويتوقف نوع التركيب بين الجزءين المتزاوجين على وضع مناطق التفاوت بالنسبة للمقاسات الأساسية لقطعتى التشغيل المتزاوجتين . والتزاوج الفعل بين الجزءين المتزاوجين هو العلاقة القائمة بينهما من حيث مقدار الخلوص أو التداخل الذى نحصل عليه عند تجميعهما .

وفى حالة توافقات الخلوص ينبغى أن يعمل حساب الخلوصات فى المقاسات الفعلية للثقب والعمود حتى يمكن ضمان تحركهما . وبمعنى آخر ، يجب أن يكون المقاس الأكبر للعمود دائما أصغر من المقاس الأصغر للثقب . ويتوقف على مقدار تفاوت الجزءين ، حصولنا على توافقات قريبة جدا من المحددة ، أو حرة . ويطلق على الأجزاء المتزاوجة دائماً إسما « العمود » و « الثقب » ، حتى ولو اختلف القطاع المستعرض أو إختلفت وظيفة الأجزاء المعينة عن العمود والثقب . وعلى سبيل المثال ينطبق هذا على الخوابير المتوازية والأصابع الأسطوانية والأجزاء الأخرى . وقد اختير هذان المصطلحان – العمود والثقب – لأنهما هما الجزءان اللذان يجمعان فى الغالب على أساس توافق محدد (شكل ٢٩) .

وفى حالة التوافقات التداخلية ينبغى أن تكون المقاسات الفعلية للثقب والعمود تداخلا دائما عند تجميع أجزاء التركيبة بحيث يعمل التضاغط بينهما على منع حركتهما .



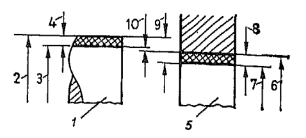
شكل ٢٩ : توافق خلوصى

1 العمـــود
2 المقاس الأكبر للعمود
3 المقاس الأصغر للعمود
4 التفاوت المسموح به فى العمود (منطقة التفاوت)
5 الثقب
6 المقاس الأكبر للثقب
7 المقاس الأصغر للثقب
8. التفاوت المسموح به فى الثقب (منطقة التفاوت)
9 أكبر خلوص
10 أصغر خلوص

وبمعنى آخر ، يجب أن يكون المقاس الأكبر للثقب أصغر دائما من المقاس الأصغر للعمود . وقد تكون درجة احكام التوافق التداخلى كبيرة أو صغيرة (شكل ٣٠) حسب مناطق التفاوت على الجزءين .

وهناك أيضا توافقات انتقالية . ومثل هذا التوافق محصور بين توافقات الخلوص والتداخل . وهو يتوقف على وضع التفاوتات على الثقب والعمود ، أو على المقاسات الفعلية للثقب والعمود ، فهو قد يعطى خلوصا صغيرا أو تداخلا صغيرا . وفى هذه التوافقات ، ينتج من تزاوج المقاس

الصغير للعمود والمقاس الكبير للثقب توافق خلوص عند تجميعهما . ومن ناحية أخرى ، قد يكون التوافق التداخل نتيجة لتزاوج المقاس الكبير للعمود والمقاس الصغير للثقب عند تجميعهما (شكل ٣١) .



شكل ٣٠ : توافق تداخلى

1 العمـــود
2 المقاس الأكبر للعمود
3 المقاس الأصغر للعمود
4 التفاوت المسموح به فى العمود (منطقة التفاوت)
5 الثقب
6 المقاس الأكبر للثقب
7 المقاس الأصغر للثقب
8 التفاوت المسموح به فى الثقب (منطقة التفاوت)
9 أكبر تداخل
10 أصغر تداخل

شكل ٣١ : توافق أنتقالى

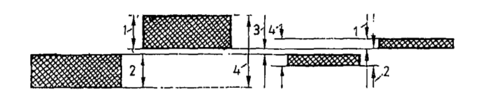
1 العمـــود
2 المقاس الأكبر للعمود
3 المقاس الأصغر للعمود
4 منطقة التفاوت المسموح به فى العمود
5 الثقب
6 المقاس الأكبر للثقب
7 المقاس الأصغر للثقب
8 منطقة التفاوت المسموح به فى الثقب
9 توافق تداخلى
10 توافق خلوصى

٣ – أوضاع وأبعاد مناطق التفاوت :

تحدد مرتبة التوافق الوضع النسبي لمنطقتي تفاوت الثقب والعمود ، في حين يحدد النوع العام للتوافق أو رتبته ابتداء من بعد منطقة التفاوت . وكلما كبرت مناطق التفاوت ، يفقد التوافق (توافق خلوصي أو توافق تداخل) خواصه العامة أو رتبته ويقترب من توافق آخر ذي خلوص أصغر أو أكبر أو تداخل أكبر أو أصغر من المطلوب (شكل ٣٢) .

ولعمل توافق معين من رتبة أو جودة محددة ، ينبغي إيجاد قيم تجريبية لأفضل وضع ومقدار لمنطقة التفاوت ، بغض النظر عن المقاس الأسمى المحدد . وقد جمعت القيم التجريبية تحت « نظم التوافقات » ورتبت على شكل جداول . وهناك نظام دولي مفضل هو نظام I SA للتوافقات*. وقد بني هذا النظام على ١٨ تفاوتا أو رتبة تعبر عن مقدار أو إتساع منطقة التفاوت . وترقم هذه الرتب بالأرقام من ١ إلى ١٨ والحرفين « ر ت** » . ومثال ذلك أن منطقة التفاوت الصغيرة هي ر ت ١ وهي تستعمل لمحددات القياس الأمامية . أما ر ت ١٨ فتحدد الاتساع الكبير لمنطقة التفاوت . ويستعمل هذا التفاوت لأبعاد المنتج المشغل بالدلفنة والسحب والعمليات المتشابهة عند صناعة الحديد والصلب . وتستعمل في الصناعات الهندسية في الغالب الرتب المحددة من ر ت ٥ إلى ر ت ١٢ . (شكل ٣٣) .

ويتحدد وضع مناطق التفاوت للثقوب والتراكيب بمقدار انحرافها عن خط الصفر . والنظام الدولي I SA يحدد التراكيب ٢٤ وضعا لمناطق التفاوت لكل من الثقوب والأعمدة . ويقاس الانحراف من خط الصفر بالميكرون (١ µ = ٠,٠٠١ م) . وتستعمل الحروف لتحديد هذه الأوضاع . فالحروف الأفرنجية الكبيرة (A،B،C، ...،T،U،V،X،Y،Z) تستعمل للثقوب ، أما الحروف الصغيرة (a،b،c، ... ،t،u،v،x،y،z) فتستعمل للأعمدة .



شكل ٣٢ : تأثير اتساع منطقة التفاوت على رتبة (درجة) التوافق (توافق الخلوص)

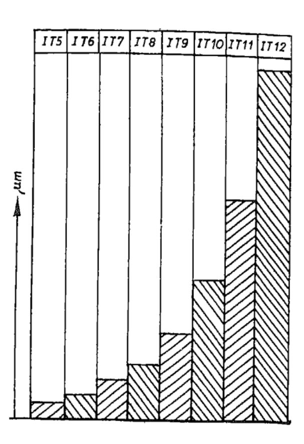
1 اتساع منطقة التفاوت للثقب — 3 أقل خلوص

2 اتساع منطقة التفاوت للعمود — 4 أكبر خلوص

---

* I.S.A. = الاتحاد الدولي لهيئات التوحيد القياسي القومية ، وحاليا I.S.O. = المنظمة الدولية للتوحيد القياسي .

** ر ت = رتبة التفاوت (التوحيد القياسي المصري) I.S.A. Tolerance = I.T.



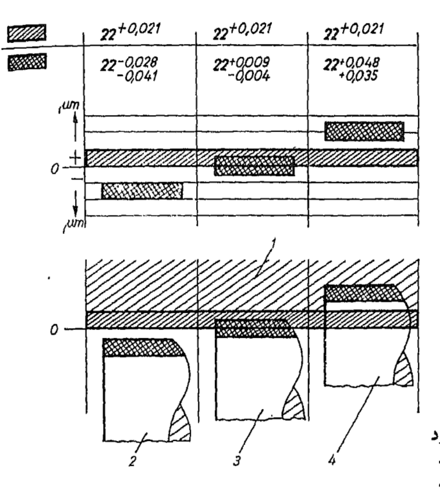
شكل ٣٣ : مقارنة لاتساعات مناطق التفاوت لدرجات التوافق المستعملة فى الصناعات الهندسية .

٤ – أساس الثقب وأساس العمود :

بضم الـ ١٨ درجة (رتبة) والـ ٢٤ وضعا لمناطق التفاوت ، يمكننا الحصول على عدد كبير من التراكيب . وعلى أية حال ، فإن كل فرع من أفرع الصناعة – مثل صناعة بناء المكنات ، وصناعة السيارات ، وصناعة الإنشاءات ، وصناعة المكنات الزراعية – تستعمل فى الواقع المجموعة المفضلة للتوافقات وفقا للاحتياجات المعينة . وهذا الاختيار يمكن دائما من استعمال أجهزة اختبار معينة عالية الدقة (محددات قياس سدادية – للثقوب ، محددات قياس اطباقية – للأعمدة) .

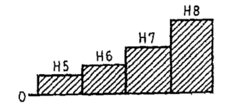
وهناك احتمال آخر لتبسيط عمل التراكيب والتوافقات وذلك باستخدام تفاوت بنفس الاتساع والوضع على الثقوب التى لها مقاس أسمى محدد ودرجة توافق معينة . فالمرتبة المطلوبة التركيبة يمكن الحصول عليها بتحديد الأبعاد المناسبة . وهذه الطريقة تسمى « نظام أساس الثقب » . والتسامح تحت المقاس الأسمى لهذه الثقوب يساوى صفرا ، ومقاسها الأصغر يساوى المقاس الأسمى أو الأساسى (خط الصفر) . ومنطقة التسامح فوق خط الصفر . والمقاسات الفعلية للثقوب أكبر من المقاس الأساسى لها ، وهى تساوى المقاس الأساسى فى حالة مقاس الحد الأدنى فقط (شكل ٣٤) .

ويرمز لأساس الثقب بالحرف الأفرنجى الكبير H . فى النظام الدولى (I SA) للتوافقات تحدد H دائما الثقب ذا المقاس الأصغر المساوى للمقاس الأسمى . ولتعيين وضع منطقة التفاوت يحدد اتساع منطقة التفاوت برقم . ويسمى الحرف مع الرقم رمز التوافق . (شكل ٣٥) .



1 أساس الثقب
2 توافق خلوصى للعمود
3 توافق إنتقالى للعمود
4 توافق تداخل للعمود

شكل ٣٤ : تمثيل تخطيطى لنظام أساس الثقب وتطبيقه على الأنواع الثلاثة للتوافقات .



شكل ٣٥ : تحديد واتساع مناطق التفاوت « لنظام أساس الثقب »

وفى حالة الأبعاد الداخلية ، يكتب رمز التوافق مباشرة بجانب المقاس الأسمى وعلى ارتفاع قليل منـــه . ومثال على ذلك ٨ H٦ مم، ١٥ H٧ مم، ٣٠ H١١ مم، ٨٠ H٨ مم، ٨٠ H٩ مم.
وقيم هذه التفاوتات مبينة فى جداول .

المثـال	التسـامح مم	
	فوق المقاس الأسمى	تحت المقاس الأسمى
٨ H٦	+ ٠,٠٠٩	صفر
١٥ H٧	+ ٠,٠١٨	صفر
٣٠ H١١	+ ٠,١٣٠	صفر
٨٠ H٨	+ ٠,٠٤٦	صفر
٨٠ H٩	+ ٠,٠٧٤	صفر

وتشغل الأعمدة بالمكنات طبقا للتوافق المطلوب . ولتعيين التوافق يوصف التفاوت المطلوب برقم وحرف صغيرين يضافان إلى مقاسات الأعمدة، ومثال على ذلك : ٨ e٩ مم، ١٥ j٦ مم، ٣٠ a١١ مم، ٨٠ g٥ مم، ٨٠ u٨ مم.

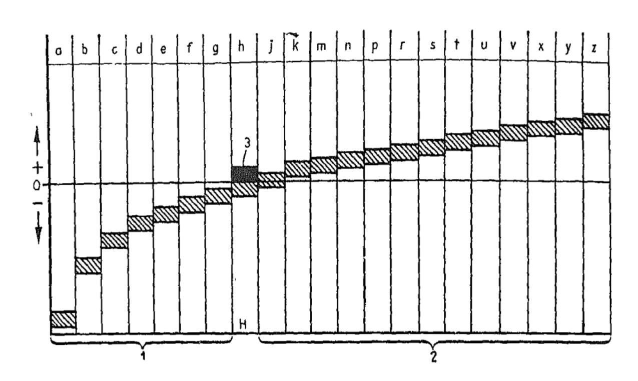
المثـال	السماح مم	
	فوق المقاس الأسمى	تحت المقاس الأسمى
٨ e٩	− ٠,٠٢٥	− ٠,٠٦١
١٥ j٦	+ ٠,٠٠٨	− ٠,٠٠٣
٣٠ a١١	− ٠,٣٠٠	− ٠,٤٣٠
٨٠ g٥	− ٠,٠١٠	− ٠,٠٢٣
٨٠ u٨	+ ٠,١٤٨	+ ٠,١٠٢

وإذا تزاوجت الثقوب السابقة مع الأعمدة التى لها نفس المقاس الأسمى فإنه يمكن الحصول على درجات أو رتب التزاوج الآتيـة :

المثـال	التسامح م		
	فوق المقاس الأسمى	تحت المقاس الأسمى	
الثقب ٨ H٦	+ ٠,٠٠٩	صفر	توافق خلوص
العمود ٨ e٩	− ٠,٠٢٥	− ٠,٠٦١	
الثقب ١٥ H٧	+ ٠,٠١٨	صفر	توافق انتقال
العمود ١٥ j٦	+ ٠,٠٠٨	− ٠,٠٠٣	
الثقب ٣٠ H١١	+ ٠,١٣٠	صفر	توافق خلوص
العمود ٣٠ a١١	− ٠,٣٠٠	− ٠,٤٣٠	
الثقب ٨٠ H٨	+ ٠,٠٤٦	صفر	توافق خلوص
العمود ٨٠ g٥	− ٠,٠١٠	− ٠,٠٢٣	
الثقب ٨٠ H١١	+ ٠,٠٧٤	صفر	توافق تداخل
العمود ٨٠ u٨	+ ٠,١٤٨	+ ٠,١٠٢	

وكقاعدة عامة ، تعين الحروف من a إلى g توافقات الخلوص ، والحروف من j إلى z c توافقات الانتقال والتداخل . ومن الوجهة العملية يفضل استخدام نظام أساس الثقب ، حيث أن تشغيل (تجليخ ... الخ) بالمقاس المطلوب أسهل من تشغيل الثقب (شكل٣٦) .

وهناك أيضا نظام أساس العمود المبنى على أساس أبعاد العمود المنتظمة . وفى هذا النظام من الضرورى تشغيل الثقوب بالمكنات بالأبعاد التى تعطى درجة التوافق المطلوبة . وفى حالة أساس العمود ، الذى يحدد بالحرف h فإن التسامح فوق المقاس الأسمى يساوى الصفر . وتنحصر منطقة التفاوت تحت خط الصفر ، وينطبق فى هذه الحالة بالتناظر كل ما قيل عن نظام أساس الثقب (شكل ٣٧) .

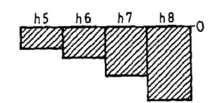


شكل ٣٦ : تحديد مناطق التفاوت للعمود فى نظام أساس الثقب

1 موضع مناطق التفاوت للاعمدة فى توافقات الخلوص

2 موضع مناطق التفاوت للاعمدة فى توافقات الانتقال

3 موضع التفاوت لاساس الثقب



شكل ٣٧ : تحديد موضع اتساع مناطق التفاوت لنظام أساس العمود

الفصل الثانى
عناصر المكنات

أولا : مبادئ عامــة :

يطلق اسم عناصر المكنة على الأجزاء الأساسية المكونة لأى مكنة والتى قد تستعمل فيها أو فى مكنة أخرى مشابهة لها ، ومثال ذلك اللولب ، والأصابع (البنوز) ، والخوابير ، والحامل (الكراسى) والعجلات المسننة . ووظيفتها ربط الأجزاء المكنية المتعددة أو جعل المكنة قادرة على أداء المطلوب منها . وتقع العناصر المكنية المتعددة وفقا للغرض من استخدامها تحت المجاميع الأساسية الآتيــة :

- عناصر توصيل ، وتعرف أيضا بأدوات التثبيت (المرابط) .

تستعمل أدوات التثبيت لتوصيل الأجزاء المكنية المتعددة باحكام . ومن أمثلة أدوات التثبيت المسامير الملولبة ، والخوابير ، والأصابع (البنوز) .

أجزاء مكنية للحركة الدورانية :

تستعمل هذه العناصر مجموعات الإدارة بالسيور والحبال ، ومجموعات الإدارة بالسلاسل (الكتاين) ومجموعات الإدارة بالمسننات (التروس) ومجموعات الإدارة بالاحتكاك .

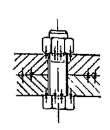
- عناصر مكنية لتحويل الحركات :

هــذه العناصر المكنية مصممة لتحويل الحركة الدورانية إلى حركة مستقيمة ترددية والعكس بالعكس . كما أنها تستعمل لحصول على مسارات منحنية ، كما هى الحال عند التحكم فى المكنات الأتوماتية ومن أمثلة العناصر المكنية الأخرى الأذرع المترجحة ، والكامات .

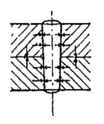
عناصر مكنية لتوصيل السوائل ، والغازات ، والأبخرة .

تشمل هــذه العناصر المكنية الصمامات ، والاسطوانات ، والكباسات وصناديق الحشــو ، وصمامات المواسير .

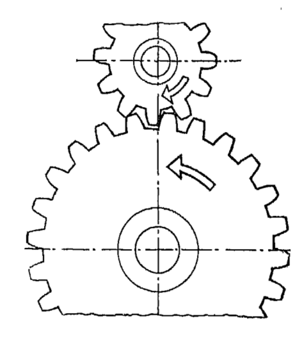
وبعد تشغيل أى مكنة تتعرض جميع عناصرها لقوى متنوعة واجهادات مختلفة . فالوحدات الإنشائية بالمكنات وعناصرها تتعرض لقوى الشد والانضغاط والانحناء والالتواء ، ومن ثم فإنها يجب أن تتحملها . لهذا يجب مراجعة دقة أبعاد جميع الأجزاء ، وكذلك تشطيب أسطحها بالدرجة المطلوبة ، فضلا عن عملها الصحيح قبل تجميعها .



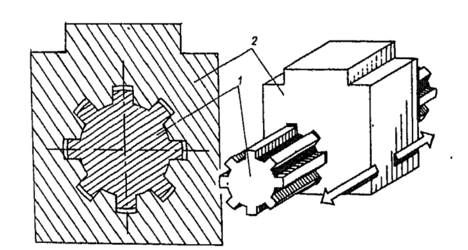
شكل ٣٨ : مثال للاتصال الاحتكاكى ، وصلة بمسمار مقلوظ



شكل ٣٩ : مثال للاتصال الاحتكاكى وصلة إصبعية (بنز)



شكل ٤٠ : مثال لقارنة موجبة (إيجابية) والادارة بالتروس

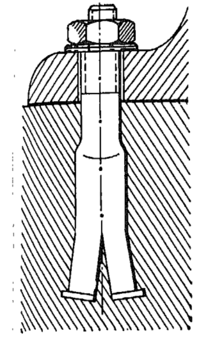


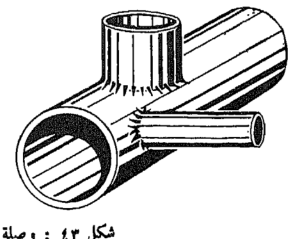
شكل ٤١ : مثال لقارنة موجبة ، عمود محدد وصرة

1 عمود محـــدد

2 مقرن على هيئة جلبة

شكل ٤٢ : مثال للتوصيل بواسطة مسمار أساس





شكل ٤٣ : وصلة ملحومة ،
الاتصال نتيجة لمطيلية المــادة

– التوصيلات الاحتكاكية .

– القارنات الموجبة .

وعند توصيل الوحدات الإنشائية للمكنات وعناصرها ، تعمل بعض التوصيلات العامة بأنواعها الآتيــة :

– التوصيلات الأخرى مثل وصلات الحـــام بالسبائك أو الأكسيجين أو القوى الكهربائية .
عند الوصل بالاحتكاك تجهد الأجزاء مقدما وهى فى وضع التشغيل فتتصل بفعل القوى المؤثرة عليها وعادة ما تكون قوى الاحتكاك . فى هذه الحالة يمكن نقل كل من القوى والحركات .

ومن أمثلة الوصل بالاحتكاك الوصل بالمسار والصمولة (شكل ٣٨) أو بالأصبع (شكل ٣٩) .
وتعشق الأجزاء بعضها ببعض فى حالة القارنات الموجبة لتحقق عملها . ومن أمثلة القارنات الموجبة العجلات المسننة (شكل ٤٠) أو تجميعه العمود المخدد والجلبة (شكل ٤١) .

والاعتبار الأساسى فى حالة المجموعة الأخيرة من التوصيلات ، هو مطيلية المــادة وهى ساخنة (لحام) أو وهى باردة (لصق ، وورنشة) .

ومن أمثلة هذه التوصيلات مسار أساس المكنة المدفون (شكل ٤٢) والوصلة الملحومة (شكل ٤٣) .

وغالبا ما تتداخل أنواع الوصلات فى بعضها البعض . وعلى سبيل المثال فإن مسار الأساس المبين فى شكل ٤٢ يوصل بفعل مطيلية المــادة ، وفى نفس الوقت يوصل إيجابيا عن طريق الطرف السفلى المشقوق والمتباعد للمسار علاوة على صمولة الربط . ويتوقف نوع التوصيلة على عملها

تحت ظروف التشغيل . كما يدل نوع التوصيلة على النقاط التى يجب أن تحظى بعناية خاصة عند التجميع .

ثانيا : أدوات التثبيت (المرابط) :

١ ـ أدوات التثبيت المسلولبة :

(أ) مبادئ عامة :

تؤدى أدوات التثبيت الملولبة (المرابط) دورا هاما فى إنتاج المنتجات الصناعية . وتتكون أدوات التثبيت الملولبة من المسامير الملولبة (القلاووظ) والمسامير ذات الصواميل . ويتوقف شكل المسمار وقطر سنه على الغرض من استعماله . فاللوالب ذات الرأس المسدس هى الأكثر شيوعا فى الاستعمال من بين أدوات التثبيت الملولبة (شكل ٤٤) .

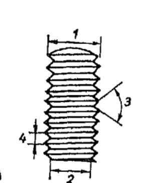
يجب أن تكون الوصلات ذات المسامير الملولبة محكمة بحيث لا تتقلقل الأجزاء المتصلة بتأثير القوى الخارجية . ولتفادى قلقلة الوصلات الملولبة ، تستعمل وسائل زنق الصمولة أو المسمار (انظر صفحة ٥٧) وخصوصا فى حالة الأشغال التى بها أجزاء مهتزة فضلا عن استخدام عزم مناسب للربط .

وتتكون الوصلة ذات المسمار الملولب (القلاووظ) أو المسمار ذى الصامولة من سن ملولبة خارجية وسن أخرى داخلية لهما نفس الأبعاد . ولولب التثبيت فى الغالب له سن قياسية مثلثية الشكل (حرف V) . وبجانب الأسنان المستخدمة فى التثبيت توجد الأسنان اللولبية المستخدمة فى التشغيل . وهى التى تستعمل فى تحويل الحركة الدورانية إلى حركة مستقيمة (انظر صفحة ١٥) .

والأسنان حرف V القياسية لها أبعاد أساسية معينة ، مثل : زاوية السن ، والخطوة التى تحدد بدلالة القطر ، علاوة على الأقطار المختلفة الأخرى والخطوات التى تناسبها وفقا للغرض المستخدمة فيه (شكل ٤٥) .

وفى الصناعات الهندسية تستعمل لأغراض التثبيت عادة السن المترية حرف V والسن المترية الدقيقة ، أما سن لولب ويتورث فتستعمل فى حالات قليلة .

شكل ٤٤ : لولب (مسمار قلاووظ) برأس مسدس



1 القطر الأكبر ق (القطر الاسمى)
2 القطر الأصغر ق١
3 زاوية السن
4 الخطـوة خ

شكل ٤٥ : أبعاد سن القلاووظ حرف V (المثلث)

* أمثلة على السن المترية

القطر الأكبر (المقاس الاسمى) ق (م)	القطر الأصغر ق ١ (م)	الخطـوة خ (م)
....	....	....
٨	٦,٣	١,٢٥
١٠	٨,٠	١,٥
١٢	٩,٧	١,٧٥
..	..	..
١٦	١٣,٤	٢,٠
..	..	..
٢٠	١٦,٧	٢,٥

(ب) أنواع المسامير الملولبة :

– المسمار الملوب ذو الرأس المسدس (شكل ٤٦) :

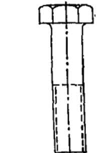
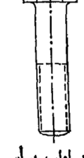
هذا النوع من اللوالب هو الشائع الاستعمال فى الصناعات الهندسية .

– المسمار ذو الخصر (شكل ٤٧) :

يقلل قطر الجزء الغير الملولب من ساق المسمار المستخدم فى الوصلات الّتى تتعرض لاجهادات عالية ، مثل رؤوس اسطوانات المحرك (وش السلندر) ، والمضخات والوحدات الأخرى

(*) الجداول الخاصة بالتفصيلات الكاملة لابعاد الاسنان موجودة فى كتاب « الجداول الفنية » من سلسلة كتب « الاسس التكنولوجية » .

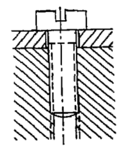
المشابهة . وبهذه الكيفية يصبح المسمار أكثر مرونة ، ومن ثم فإنه يصبح أكثر مقاومة للاجهادات أثناء التشغيل .

شكل ٤٦ : لولب برأس مسدس يستعمل للتثبيت

شكل ٤٧ : مسمار ذو خصر (بعنق)

شكل ٤٨ : لولب برأس مسطح أو مخوش



شكل ٤٩ : لولب برأس اسطوانى

– المسمار الملولب ذو الرأس المسطح أو المخوش (شكل ٤٨) :

يستعمل إذا تطلب الأمر أن يكون رأس اللولب متساطح (مخدم) مع سطح أى جزء بالمكنة ، كما هى الحال عند ربط القضبان الدليلية .

– المسمار الملولب ذو الرأس الاسطوانى (شكل ٤٩) :

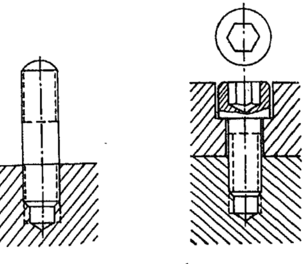
يستعمل غالبا فى الوصلة التى تخضع لاجهادات عالية كما هى الحال عند ربط ألواح أغطية المكنات.

– المسمار الملولب ذو الرأس الصندوق المسدس (شكل ٥٠) :

يتميز هذا النوع من المسامير بأنه يمكن ربطه ربطا جيدا بمفتاح ذى رأس صندوق مسدس . وهو يستعمل فى الغالب فى الأجزاء المكنية الدائرة للتوفير فى المكان والمواد . ويمكن تجنب الحوادث إذا كان رأسه غاطسا (مخوشا) .

– المسمار الجويط (شكل ٥١) :

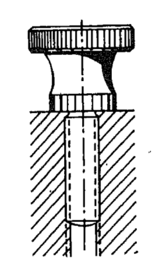
يزود هذا النوع من المسامير باسنان ملولبة فى كلتا نهايته ويربط أحد طرفيه فى الجزء المكنى ، فى حين يمكن لجزء المكنى الآخر ، غطاء مثلا ، الانزلاق على الطرف الآخر الذى يربط بعد ذلك بواسطة صمولة .



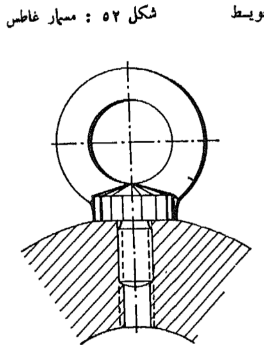
شكل ٥٠ : لولب برأس صندوق مسدس

شكل ٥١ : جويط

شكل ٥٢ : مسمار غاطس



شكل ٥٣ : مسمار مترتر



شكل ٥٤ : مسمار بعروة

– المسمار الغاطس (شكل ٥٢) :

يستعمل أساسا لزنق الأجزاء المكنية المستديرة الشكل وتثبيتها ، كما هو الحال عند تثبيت حلقات تحديد المسافات على العمود . وتوجد المسامير الغاطسة باشكال متعددة .

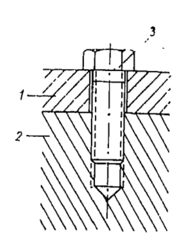
ويبين الشكلان ٥٣ ، ٥٤* مثالين لهذا المسمار .

(ج) الصواميل :

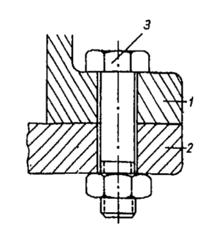
غالبا ما تزود الأجزاء المكنية بأسنان ملولبة داخلية ، وهى تعرف كذلك باسم (الأسنان

(*) يشمل كتاب « الجداول الفنية » المزيد من التفصيلات .

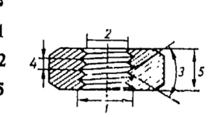
الإناث) وذلك لتركيبها بالأسنان الخارجية (الأسنان الذكور) . وتعرف المسامير الملولبة المستعملة فى هذا النوع من التوصيلات باسم المسامير الهامية (أى التى تثبت بدون صواميل) والمساميز الملولبة المكنية . والمسامير المكنية أصغر من المسامير الهامية وتستعمل فى الأشغال الصغيرة ذات المقاطع الرفيعة (شكل ٥٥) .



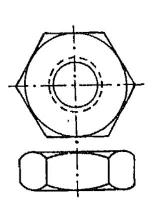
شكل ٥٥ : وصلة ملولبة (بمسمار قلاووظ)
1 الجزء المكنى رقم 1 بخلوص فى الثقب
2 الجزء المكنى رقم 2 بسن داخلية مقلوظة
3 مسمار ملولب برأس مسدس



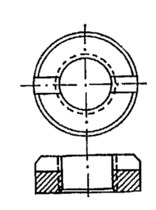
شكل ٥٦ : وصلة بمسمار نافذ
1 الجزء المكنى رقم 1 بخلوص فى الثقب
2 الجزء المكنى رقم 2 بخلوص فى الثقب
3 مسمار برأس مسدس وصمولة



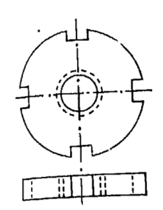
شكل ٥٧ : الأبعاد العامة لسن اللولب الداخلى
1 القطر الاسمى لسن اللولب ق
2 القطر الأصغر ق١
3 زاوية السن
4 الخطوة خ
5 ارتفاع الصمولة



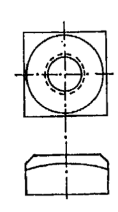
شكل ٥٨ : صمولة مسدسة



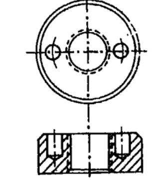
شكل ٥٩ : صمولة مشقوقة



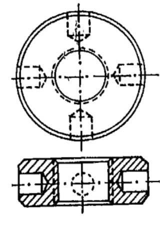
شكل ٦٠ : صمولة محززة



شكل ٦١ : صمولة مربعة



شكل ٦٢ : صمولة بشقين



شكل ٦٣ : صمولة رحوية (كابستان)

وقد يكون من الضرورى فى حالات متعددة عمل وصلة بواسطة مسمار وصمولة . وتعرف الوصلات ذات المسامير كذلك باسم التوصيلات غير المباشرة (شكل ٥٦) .

وتزود الصواميل اللازمة لربط المسامير بأسنان على شكل الحرف V كذلك . ويبين شكل ٥٧ أهم أبعادها .

وتوضح الأشكال من ٥٨ إلى ٦٣ أكثر أنواع الصواميل استخداما وشيوعا .

(د) تمرين على التجميع :

لعمل وصلة بمسامير ملولبة أو وصلة بمسامير ذات صواميل بين أجزاء مكنية لها أبعاد دقيقة ومطابقة للشكل المطلوب ، يجب إجراء عدة عمليات معينة متتابعة . ويمكن توضيح هذا بوصف العمليتين الآتيتين :

– توصيل أجزاء مكنية بمسامير هامية (بدون صمولة) ومسامير مكنية .

المطلــوب :

توصيل جزءين مكنيين ، هيكل من الحديد الزهر وقضيب دليل ، ببعضهما البعض مباشرة بثلاثة مسامير برؤوس صندوقية مسدسة م ١٠ (M 10) القطر الأكبر فيها ١٠ م . وقد تم تشغيل هذين الجزءين مكنيا لهذا الغرض

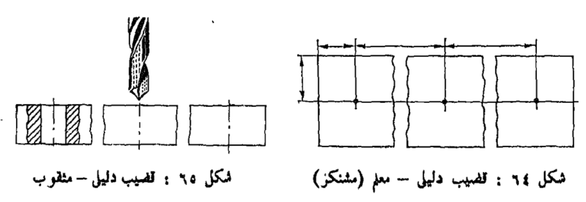
(١) طبقا للتعليمات المعطاة فى الرسم الفنى (الرسم التخطيطى – الطبعة الزرقاء) تحدد أماكن الثقوب الثلاثة المطلوبة للمسامير الملولبة ، ويتم التحديد عن طريق الشنكرة وعلامات الترنيب (شكل ٦٤) .

(٢) تثقيب الثقوب المطلوبة على القضيب الدليل . ويختار قطر المثقاب ليطابق قطر السن .

فى حالة السن المترية م ١٠ (M 10) يكون قطر المثقاب ٨,٢ م (شكل ٦٥) .

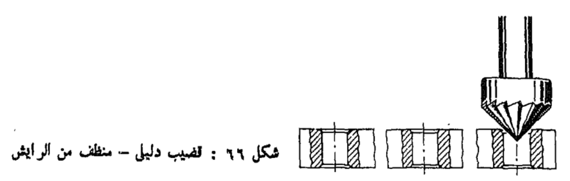
(٣) تنظف الثقوب من الرايش بعناية للحصول على تلامس كامل بين الأجزاء المتزاوجة فى التجميعة .

(٤) يقمط (يمسك) الجزءان المكنيان بإحكام ببعضهما البعض ثم يوضعان فى الوضع المطلوب (شكل ٦٧) .

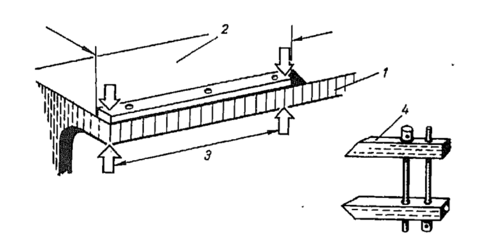


شكل ٦٤ : قضيب دليل – معلم (مشنكز)

شكل ٦٥ : قضيب دليل – مثقوب



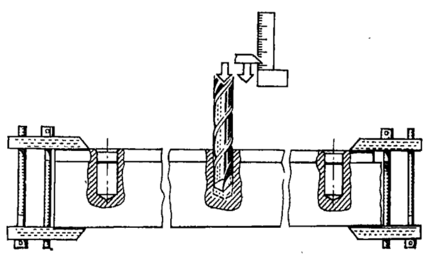
شكل ٦٦ : قضيب دليل – منظف من الرايش



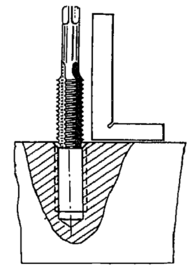
شكل ٦٧ : القضيب الدليل مربوط مع جزء مكنى آخر

1 الجزء المكنى   3 مواضع الربط

2 القضيب الدليل   4 قامطة متوازية الفكين



شكل ٦٨ : ثقب القضيب الدليل والجزء المكنى معا

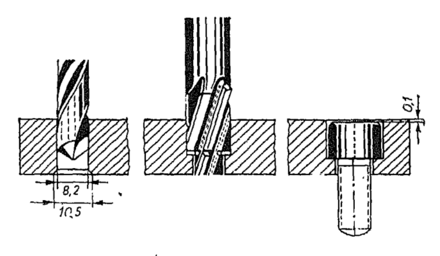


شكل ٦٩ : قطع سن اللولب الداخلى فى جزء مكنى

(٥) من خلال الثقوب النافذة فى القضيب الدليل تثقب ثقوب الهيكل المصنوع من الحديد الزهر بنفس المثقاب للحصول على ثقوب متساوية ، يركب دليل إيقاف (مصد) على مكنة الثقب (شكل ٦٨) .

(٦) يرفع القضيب الدليل ، وينظف الجزء المكنى المثقوب من الرايش ، وتوسع الثقوب حتى تصبح أقطارها مساوية للسن (انظر العملية ٣) . بعد ذلك تلواب السن الداخلية . وفى هذه العملية يجب مراعاة تعامد ذكر اللولبة فى الثقب . وبهذه الكيفية يكون الجزء المكنى قد أعد للتجميع النهائى (شكل ٦٩) .

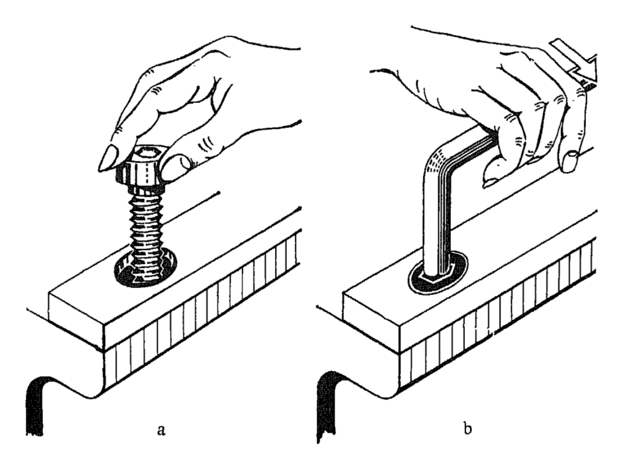
(٧) تثقب ثقوب نافذة فى القضيب الدليل بقطر ١٠,٥ مم ليناسب السن م ١٠ . والخطوة التالية لذلك هى تخويش الثقوب لتسكين (تكييف) المسامير الملولبة ذوات الرأس الصندوقى المسدس . وتستعمل لهذا الغرض سكينة تخويش . ويجب أن يكون التخويش بعمق كاف ليسمح بتساطح السطح العلوى لرأس المسمار الملولب مع سطح الشغلة ، أو يكون منخفضا عن الحافة العليا للشغلة بمقدار ٠,١ مم (شكل ٧٠) .



شكل ٧٠ : الثقب والتخويش لثقوب نافذة فى قضيب دليل .

(٨) يجب إجراء فحص نهائى على القضيب الدليل والجزء المكنى ثم ربطهما معا . ولهذا الغرض تغلف المسامير بطبقة شحم طفيفة ، ثم تربط فى مكانها باليد لحد معين ، ثم يحكم ربطهما بمفتاح ربط ذى رأس مجوف . وبعد ذلك يجرى تفتيش على الأجزاء المجمعة وتقاس إذا كان ذلك ضروريا (شكل ٧١) .

وعند ربط أجزاء تجميعة بعدة مسامير يجب أن يراعى ترتيب معين فى ربطها (الشكلان ٧٢ ، ٧٣) .

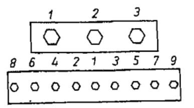


شكل ٧١ : الربط بالمسامير (القلاووظ)
(a) الربط اليدوى بلولب ذى رأس صندوق مسدس
(b) احكام ربط اللولب ذى الرأس الصندوق المسدس بواسطة مفتاح له رأس مسدس .

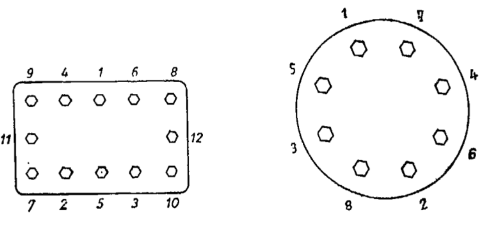
– ربط أجزاء مكنية بواسطة المسامير والصواميل :

المطلوب :

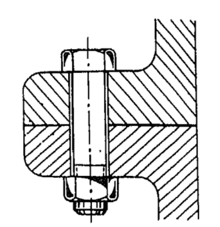
الجزء أ والجزء ب ، جزءان مكنيان ، ومطلوب توصيلهما بواسطة عدة مسامير وصواميل مقاس ١٠ . وقد سبق تشغيل هذين الجزءين مكنيا لهذا الغرض .



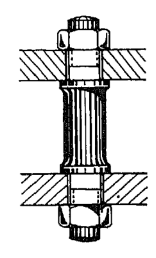
شكل ٧٢ : يتم احكام ربط عدة لوالب (مسامير) على صف واحد فى أجزاء مكنية بالترتيب المبين .



شكل ٧٣ : يتم احكام ربط اللوالب المرتبة على محيط أجزاء مكنية بالترتيب المبين .



شكل ٧٤ : أجزاء مكنية مربوطة
بواسطة مسامير وصواميل



شكل ٧٥ : وصلة مسمار شداد

تسلسل العمليـــات :

(١) تحدد مواضع الثقوب المطلوب ثقبها فى الجزء أ بواسطة الشوكة وذنبة التذنيب .

(٢) يثقب الجزء أ بمثقاب قطره ١٠,٥ مم ثم ينظف من الرايش .

(٣) يربط الجزءان أ ، ب معا باحكام . ثم يثقب الجزء ب من خلال ثقوب الجزء أو بنفس المثقاب ، ويزال الرايش من جميع الثقوب بعناية .

(٤) تولج المسامير فى الثقوب ثم تربط الصواميل عليها . ثم يحكم ربط الصواميل بالترتيب الموضح باستعمال مفتاحين (شكل ٧٤) .

وتستعمل مسامير الشد إذا ركب جزءان مكنيان بحيث يكونان على مسافة معينة من بعضهما البعض (شكل ٧٥) .

(ه) المفكات والمفـــاتيح :

تركب المسامير المكنية الملولبة ذات الرؤوس المشقوبة (مثل المسامير الملولبة ذات الرؤوس الاسطوانية أو المخوشة) بواسطة مفكات مناسبة للمقاس المطلوب . وتجلخ نصالها لتركب فى الشقوب بخلوص خفيف . كما يجب أن يكون وجها الفصل متوازيين لمسافة تساوى عمق الشقب (شكل ٧٦) .

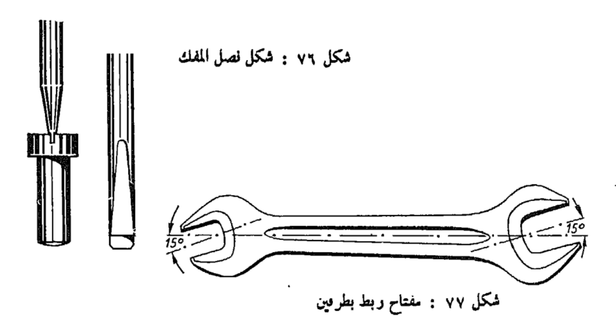
تربط المسامير والصواميل ذات الرؤوس المسدسة أو الأشكال الأخرى المختلفة منها ، كما تحل ، بواسطة مفاتيح خاصة .

مفتاح صمولة بطرفين (شكل ٧٧) :

يستعمل هذا المفتاح للمسامير والصواميل ذات الرؤوس المربعة أو المسدسة ، وتصنع فتحتا النهايتين زاوية مقدارها ١٥° مع المحور الطولى للمفتاح .

– المفتاح الحلق المستقيم (المشرشر) (شكل ٧٨) .

يتميز بتسهيل عملية الربط . وتستعمل المفاتيح (المشرشرة) للمسامير والصواميل ذات الرؤوس المسدسة التى لا يسهل الوصول إليها .



شكل ٧٦ : شكل نصل المفك

شكل ٧٧ : مفتاح ربط بطرفين

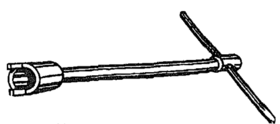
شكل ٧٨ : مفاتيح
حلقية عدلة ومعوجة

شكل ٧٩ : مفتاح صندوقى

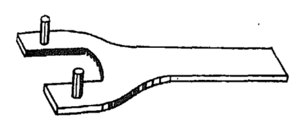
شكل ٨٠ : مفتاح خطافى
ويصلح للصمولة الرحوية
(كابستان)



شكل ٨١ : مفتاح ربط مسدس



شكل ٨٢ : مفتاح ربط للصواميل المشقوبة



شكل ٨٣ : مفتاح ربط للصواميل ذات الشقبين

– المفتاح الصندوق (شكل ٧٩) :

يستعمل أساسا للمسامير والصواميل المركبة على عمق داخل المكنة ، والتى – مع ذلك – يمكن الوصول إليها فى اتجاه محاورها .

– المفتاح الخطافى ومفتاح الصمولة الرحوية (كابستان) (شكل ٨٠) :

يستعمل أحد أنواعه فى ربط وحل الصواميل ذات الشقب ، بينما يستعمل نوع آخر منه لربط وحل الصواميل الرحوية (كابستان) .

– المفتاح المسدس (شكل ٨١) :

يستعمل هذا النوع من المفاتيح للمسامير الملولبة التى توجد برؤوسها تجاويف مسدسة .

– مفتاح صواميل مشقوبة (شكل ٨٢) :

– مفتاح صواميل ذات شقبين (شكل ٨٣) :

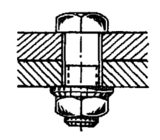
(و) الحلقات (الورد) .

تستعمل الحلقات (الورد) لحصول على تلامس منتظم للوصلات الملولبة أو المربوطة . وهى تكفل التوزيع المنتظم للقوى على المسمار والصمولة ، كما أنها تحمى المواد الضعيفة من التلف عند ربط المسامير أو الصواميل .

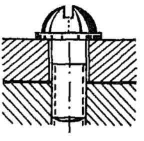
– حلقة لصمولة مسدسة (شكل ٨٤) .

– حلقة لمسمار ذى رأس اسطوانى أو رأس زر (طاسة) (شكل ٨٥) .

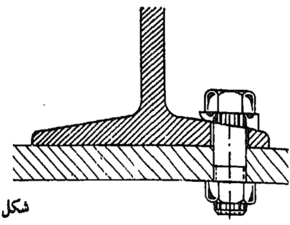
– حلقة لشغلة مشكلة (تناسب الأشكال الجانبية أو البروفيلات) (شكل ٨٦) .



شكل ٨٤ : حلقة (وردة) لصمولة مسدسة



شكل ٨٥ : حلقة (وردة) لمسمار ذى رأس اسطوانى أو رأس زر (طاسة)



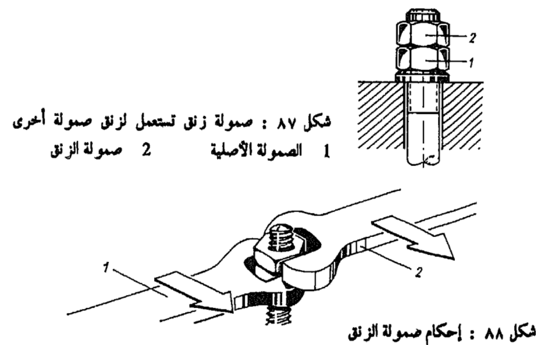
شكل ٨٦ : حلقة (وردة تصلح للأجزاء المشكلة) .

(ز) وسائل إحكام (زنق) المسمار الملولب والصمولة :

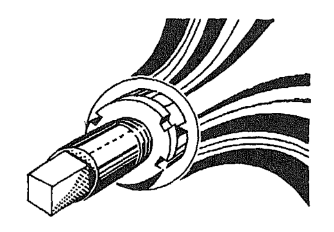
تحل الوصلات ذات المسامير الملولبة تلقائيا بمرور الوقت ، ويرجع هذا للاهتزازات المتنوعة المتسببة من الحركات الترددية لأجزاء المكنة ، أو الذبذبة والحركة اللامركزية للأجزاء المكنية الاسطوانية ، . . . الخ . وقد يؤدى هذا إلى أعطال خطيرة أو تلف المكنات . ولتجنب هذه الأخطار تؤمن هذه الوصلات بوسائل إحكام زنق .

ويمكن كفالة الإحكام الجيد بربط صمولة ثانية على وصلة المسمار . ويسمى هذا النوع من الإحكام « الإحكام بصمولة زنق ، أو صمولة زنق أو صمولة مضادة » وتربط الصمولة الأصلية والمسمار بمتانة . وبعد ربط صمولة الزنق ، تمنع الصمولة الأصلية من الحركة بمفتاح ثم يحكم رباط صمولة الزنق بمفتاح آخر (الشكلان ٨٧ ، ٨٨) .

شكل ٨٧ : صمولة زنق تستعمل لزنق صمولة أخرى
1 الصمولة الأصلية 2 صمولة الزنق



شكل ٨٨ : إحكام صمولة الزنق
1 مفتاح ربط لاحتجاز الصمولة 2 مفتاح ربط لإحكام صمولة الزنق



شكل ٨٩ : مسمار لزنق العمود

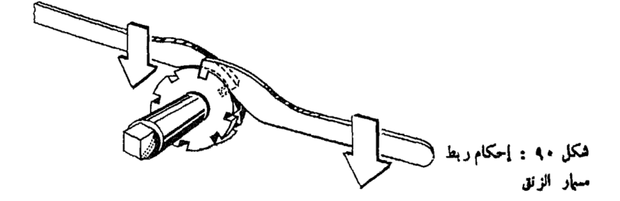
يستعمل هذا النوع من وسائل الإحكام (الزنق) للأجزاء البارزة من الأعمدة ، مثل أعمدة المخارط ومكنات التفريز (الفرايز) وتستعمل فى هذه الحالات عادة الصواميل المشقوبة ، ثم تربط صمولة الزنق ، بينما تمنع الصمولة المشقوبة من الحركة بمفتاح خطافى (الشكلان ٨٩ ، ٩٠) .

وتستعمل الحلقة اليايية للاحكام الجيد ، وفى حالة الأجزاء التى تتعرض لاهتزازات خفيفة . وتشقب هذه الحلقة مع حنى أحد طرفيها قليلا إلى أعلى ، وهو الطرف الذى يضغط على المسادة بعد الربط (شكل ٩١) .

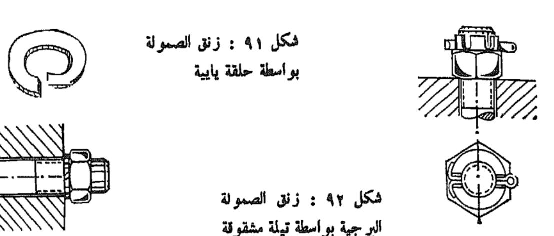
وفى صناعة السيارات والمكنات الثقيلة ، تستعمل فى الغالب الصواميل البرجية مع البنوز (التيل) المشقوقة كوسيلة زنق . وبعد ربط المسمار والصمولة ، يعمل ثقب قطره يساوى قطر التيلة المشقوقة مارا فى المسمار من خلال تجويف الصمولة . ثم تولج التيلة المشقوقة فى هذا الثقب وتفتح نهايتاها لتضغطان على جسم الصمولة (شكل ٩٢) .

ويمكن كذلك عمل وسائل زنق من لوح معدنى أو سلك (الشكلان ٩٣ ، ٩٤) .

تستعمل للأجزاء الدوارة وسائل زنق على شكل حلقات زنق ، وحلقات يايية داخلية أو خارجية تعرف أيضا باسم الحلقات الحابكة ، أو حلقات (ورد) يايية (الأشكال ٩٥-٩٧) .



شكل ٩٠ : إحكام ربط مسمار الزنق

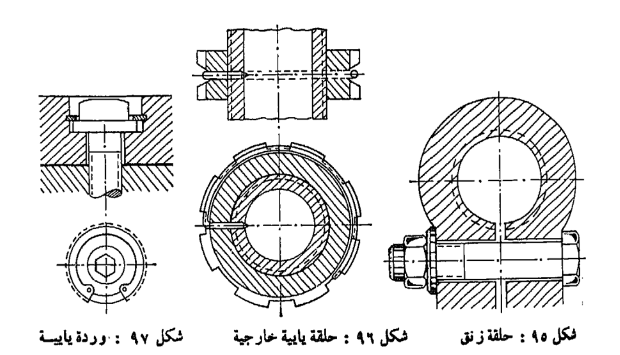


شكل ٩١ : زنق الصمولة
بواسطة حلقة يايية

شكل ٩٢ : زنق الصمولة
البرجية بواسطة تيلة مشقوقة

شكل ٩٣ : قرص زنق

شكل ٩٤ : زنق المسامير بواسطة السلك



شكل ٩٥ : حلقة زنق

شكل ٩٦ : حلقة يايية خارجية

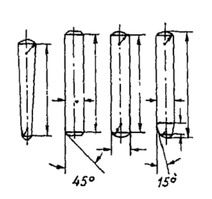
شكل ٩٧ : وردة يايية

٢ - الوصلات ذات الأصابع (البنوز)

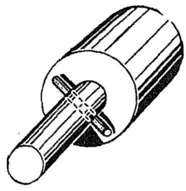
(أ) الأصابع المستدقة (المسلوبة) والاسطوانية :

تستعمل الأصابع المستدقة أو الاسطوانية ، لربط وتأمين الأجزاء المكنية أو تركيبها بعضها ببعض بشكل صحيح . وهذه الأصابع عادة ملساء ، وعادة ما تكون أسطحها مجلخة وأبعادها ذات دقة عالية . (شكل ٩٨) .

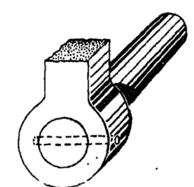
والتمارين المبينة فى الأشكال من ٩٩ إلى ١٠٢ تعطى أمثلة على استعمال الأصابع فى توصيل الأجزاء المكنية .



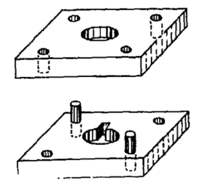
شكل ٩٨ : الأصابع (البنوز) الاسطوانية والمستدقة



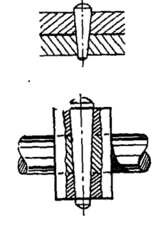
شكل ٩٩ : تثبيت جلبة على عمود



شكل ١٠٠ : تثبيت جزء مكنى بواسطة الأصابع (البنوز)



شكل ١٠١ : استعمال الأصابع الاسطوانية كأصابع تركيب

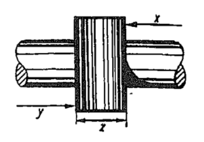


شكل ١٠٢ : يجب استعمال الأصابع المستدقة بهذه الطريقة

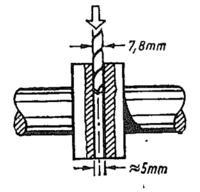
(ب) تمرين على التجميع :

يجب عمل وصلات الأصابع بعناية كبيرة ، وغالبا ما تكون الأجزاء المكنية مركبة فعلا عند عمل الوصلات ذات الأصابع كخطوة أخيرة . فإذا لم تبذل العناية الضرورية فى هذا العمل

فقد تصبح الأجزاء المكنية غير صالحة ، أو قد يستلزم الأمر إجراء عمليات كثيرة لإعادة ضبطها .



شكل ١٠٣ : تركيب حلقة تباعد على عمود لجعل الجزءين فى الوضع المطلوب



شكل ١٠٤ : عمل ثقب الإصبع الاسطوانى

– التمرين الأول :

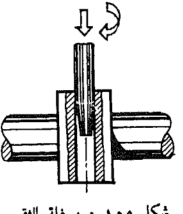
المطلوب :

تركيب جلبة تباعد على عمود إدارة لخرطة أتوماتية بواسطة إصبع (بنز) إسطوانى قطره ٨ م .

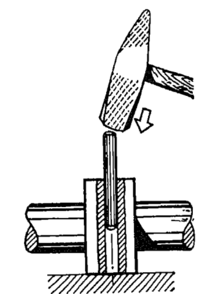
تسلسل العمليات :

(١) توضع جلبة التباعد فى عمود الإدارة وتضبط طبقا للأبعاد المحددة فى الرسم الفنى (شكل ١٠٣) .

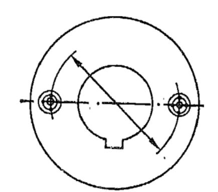
(٢) يوضع الجزءان على استقامة واحدة ثم يربطان بإحكام على صينية مكنة الثقب . يجرى الثقب الابتدائى باستعمال مثقاب صغير قطره ٥ م تقريبا ، وبعد مراجعة الأبعاد يشطب الثقب بمثقاب قطره ٧,٨ م (شكل ١٠٤) .



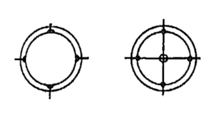
شكل ١٠٥ : برغلة الثقب



شكل ١٠٦ : إدخال الإصبع الاسطوانى



شكل ١٠٧ : (أ) تعليم القرص



شكل ١٠٧ : (ب) موضع علامات التذنيب قبل الثقب وبعده

(٣) يولج برغل قطره ٨ م فى الثقب بعد تنظيفه ، ويبرغل الثقب للحصول على المقاس الأكبر بين ٧,٩٨٨ م وبين ٧,٩٩٧ م . ويجب أن لا تزداد هذه الأبعاد حتى يمكن إدخال الإصبع فى الثقب بدفعه بقوة .

وقد يكون قطر الإصبع الاسطوانى بين ٨,٠٠٦ م وبين ٨,٠١٥ م . (قارن ذلك بما ذكر فى شرح التوافقات صفحة ٣١) (شكل ١٠٥) .

(٤) يغطى الإصبع بطبقة خفيفة من الشحم ثم يولج فى الثقب النظيف بطرقه طرقا خفيفا بمطرقة . ويجب مراعاة ثبات ساند الشغلة أثناء الطرق وعدم إرتداده (شكل ١٠٦) .

— التمرين الثانى :

المطلــوب :

المطلوب تركيب إصبعين (بنزين) قطر كل منهما ٨ م على حلقة إدارة لاحتجاز أقراص الكامات .

تسلسل العمليات :

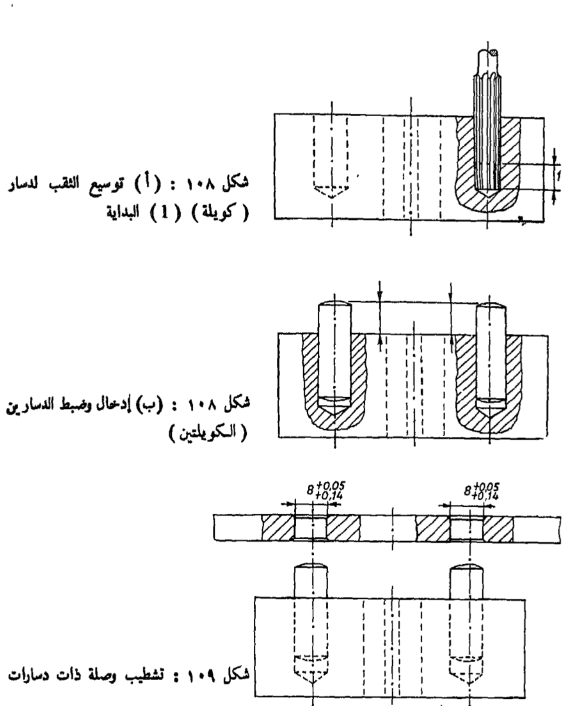
(١) يعلم موضعا ثقبي الإصبعين بواسطة شوكة علام وذنبة . ولسهولة مراجعة دقة الثقوب ، تعلم دوائر للمراجعة (شكل ١٠٧ — أ) .

(٢) يثقب أولا ثقبان صغيران فى حلقة الإدارة (قارن بالعملية ٢ فى التمرين الأول) ثم يوسعان إلى المقاس المطلوب ولكفالة الحصول على ثقبين بعمق واحد منتظم يركب مصد على مكنة الثقب (شكل ١٠٧ — ب) .

(٣) تبرغل الثقوب لضبطها . ويلاحظ أن الطرف الدليل للبرغل ينبغى أن يكون مقاسه أقل من مقاس الإصبع بعد التشطيب (شكل ١٠٨ — أ) .

(٤) يدفع الاصبعان فى الثقبين مع مراعاة محاذاتهما . وفى هذه الأثناء ينبغى مراجعة ارتفاعهما للتأكد من تساويهما (شكل ١٠٨ — ب) .

(٥) يثقب الثقبان المناظران فى قرص الكامة ثم يبرغلان . ويجب العناية بعملية البرغلة للتأكد من أن قطر الثقبين أكبر بقليل من قطرى الإصبعين بالقدر الذى يكفى لانزلاق قرص الكامة عليها بدون خلوص . ويتبين من الشكل ١٠٩ أنه يمكن تحقيق هذا الشرط إذا كان مقاس كل من الثقبين ما بين ٨٫٠٠٥ مم ، ٨٫١٠٤ مم .



شكل ١٠٨ : (أ) توسيع الثقب لدسار (كويلة) (1) البداية

شكل ١٠٨ : (ب) إدخال وضبط الدسارين (الكويلتين)

شكل ١٠٩ : تشطيب وصلة ذات دسارات

وتتوقف الأبعاد ودقتها بالنسبة للأصابع والثقوب على الغرض المقصود من الوصلات . وتشتمل جداول الازواجات والتوافقات على الأبعاد المتعددة المعينة . وفى حالات كثيرة تستعمل الأصابع

المستدقة بدلا من الأصابع الاسطوانية . وتتميز الوصلات ذات الأصابع المستدقة بضمان الحصول على تركيب محكم إذا ما أخرجت هذه الأصابع وأعيد دفعها عدة مرات . أما الأصابع الاسطوانية فانها تصبح سائبة بعد إخراجها ودفعها عدة مرات مما يتطلب استبدال الأصابع بأخرى ذات مقاس أكبر.

وعلى أى حال فإن تثقيب ثقب لإصبع مستدق أصعب منه لإصبع إسطوانى . وعادة ما تكون نسبة الاستدقاق بالإصبع المستدق ١ : ٥٠ ، أى أن قطر الإصبع يقل بمقدار مليمتر واحد لكل ٥٠ مم من الطول . ولعمل الثقوب المستدقة تستخدم البراغل المستدقة التى تتناسب مع مقاساتها .

ويشمل الجدول الآتى مقاسات أكثر الأصابع والبراغل المستدقة إستخداماً .

الأصابع المستدقة	البراغل المستدقة		
القطر الأصغر مم	القطر الأصغر مم	القطر الأكبر مم	طول نصل البرغل مم
٢	١,٩	٢,٧٤	٤٢
٢,٥	٢,٤	٣,٣٨	٤٩
٣	٢,٩	٣,٩٦	٥٣
٤	٣,٩	٥,٢	٦٥
٥	٤,٩	٦,٤٤	٧٧
٦,٥	٦,٤	٨,٣٨	٩٩
٨	٧,٩	١٠,٣٢	١٢١
١٠	٩,٩	١٢,٧٦	١٤٣

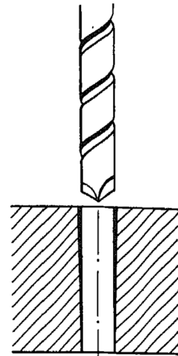
تسلسل العمليات :

(١) يثقب الثقب المستدق بمثقاب قطره أقل من القطر الأصغر المستدق بحوالى ٠,٢ (شكل ١١٠) .

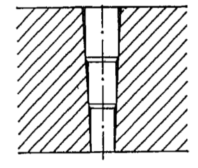
(٢) يوسع الجزء العلوى من الثقب بواسطة مثقاب مقاسه يناسب مقاس القطر الأكبر وينطبق هذا بصفة خاصة بالنسبة للأقطار الكبيرة (شكل ١١١) .

(٣) يبرغل ثقب الإصبع المستدق . وفى هذه العملية يؤخذ فى الإعتبار درجة التوافق بمعنى أن يوسع (يبرغل) الثقب إلى المقاس الذى يمكن دفع الإصبع فى الثقب باليد إلى العمق الذى يسمح ببروز ثلث طوله تقريبا من الثقب (الشكلان ١١٢ – a ، b) .

(٤) يدفع الإصبع المستدق إلى الداخل وينبغى على قدر الإمكان أن يبرز من الثقب أكثر من ثلث طول الإصبع المستدق (ويتوقف ذلك على أبعاد الجزء المكنى المطلوب ، والحيز المتاح ، وطرق تجنب الحوادث .... الخ (لأن ذلك يكفل إعادة إستعمال الإصبع مرات عديدة (شكل ١١٣) .



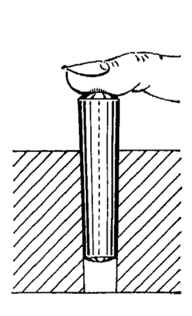
شكل ١١٠ : الثقب الاستقرابى
لثقب إصبع مستدق



شكل ١١١ : تكبير الثقب
لإصبع مستدق



شكل ١١٢ : (١) توسيع (برغلة)
الثقب لإصبع مستدق



شكل١١٢ : (ب) دفع الإصبع
المستدق فى الثقب

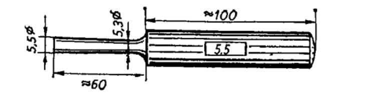
(a) عند تركيبه لأول مرة (b) بعد فكه وإعادة تركيبه

شكل ١١٣ : وضع الإصبع المستدق

شكل ١١٤ : إخراج (نفض) الإصبع

(a) إخراج الإصبع المستدق

(b) إخراج الإصبع الإسطوانى



(c) السنبك وبيان أبعاده

(جـ) إخراج الأصابع :

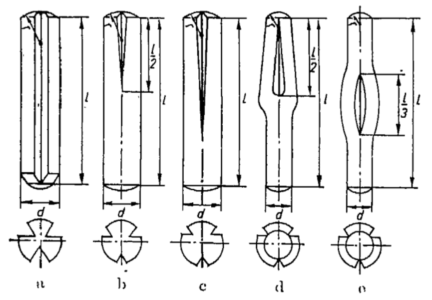
إذا أريد فك الوصلة ذات الأصابع ، يدفع الإصبع للخارج بواسطة سنبك مناسب يوضع فى النهاية المقابلة لنهاية الدخول سواء للأصابع المستدقة أو الأصابع الإسطوانية ويمكن الاستدلال على نهاية الإخراج للأصابع المستدقة بسهولة ، فهى توجد فى ناحية القطر الأصغر . أما فى حالة الأصابع الإسطوانية فنوصى أولا بالبحث عن أى النهايتين يمكن إخراج الإصبع الإسطوانى منها بسهولة . ولهذا الغرض تستخدم المطرقة للطرق الخفيف على كلا طرفى الإصبع الإسطوانى (شكل ١١٤) .

(د) الأصابع المحززة والمسامير المتثلمة :

تستخدم الأصابع المحززة لعمل الوصلات التى لا تتعرض لإجهادات عالية أو التى تتطلب حلها أحيانا . والأصابع المحززة هى أصابع إسطوانية ذات ثلاثة حزوز طولية . وعند دفع الإصبع المحززة فى الثقب ، فإن الجزء المحزز هو الذى يقوم بالإحكام (الزنق) ، وهذا عيب فيه إذا قورن بالأصابع المستدقة أو الإسطوانية . ومن ناحية أخرى فإن الأصابع المحززة لا تتطلب إلا المثقاب لعمل ثقوبها ، أى أنها لا تتطلب عملية برغلة (شكل ١١٥) .

وتستعمل المسامير المتثلمة للوصلات المسطحة البسيطة ، مثل تثبيت اللوحات البيانية بأجزاء المكنة ، وتثبيت ماسكات المواسير واليايات والأجزاء المشابهة (شكل ١١٦) .

ويوضح الشكلان ١١٧ ، ١١٨ مثالين على استخدام الأصابع المحززة والأصابع المتثلمة .



شكل ١١٥ : أصابع محززة (ذات فلجات)

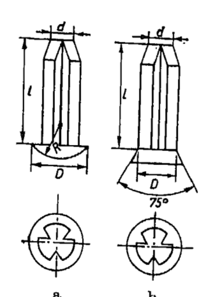
(a) إصبع محزز مستدق (مسلوب)

(b) إصبع محزز إستدقاق معكوس حتى منتصفه

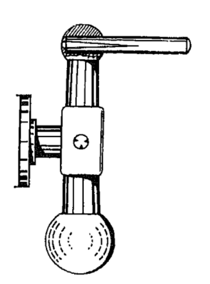
(d) إصبع محزز مستدق حتى منتصفه

(e) إصبع محزز عند منتصفه .

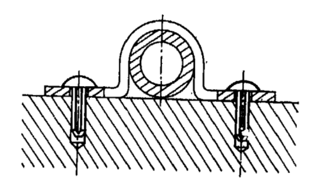
(c) إصبع محزز إسطوانى



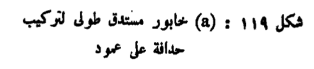
شكل ١١٦ : المسامير المتثلمة
(a) مسمار متثلم براس زر
(b) مسمار متثلم برأس متساطح (مخدم)



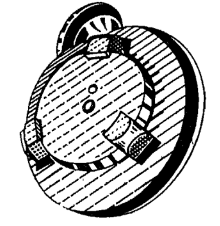
شكل ١١٧ : إستعدال إصبع محزز مستدق لنصفه كمقبض واستعمال إصبع محزز إسطوانى لتثبيت ذراع التدوير (المرفق) فى العمود .

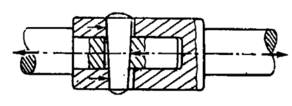


شكل ١١٨ : استعمال المسامير المحززة التى لها رؤوس على هيئة أزرار فى تثبيت مواسك ماسورة .



شكل ١١٩ : (a) خابور مستدق طولى لتركيب حدافة على عمود





(b) خابور مستدق (خابور مسلوب) .

٣ – الخوابير المستدقة :

(أ) القوى المؤثرة على الخـــابور :

عند نقل القوى الكبيرة (كما هو الحال فى الحركات الدورانية ، وقوى الضغط والشد) تستعمل الخوابير بمثابة مثبتات ، ومثال ذلك أن الحدافات أو العجلات المسننة أو طنابير السيور تركب على الأعمدة أو المحاور بواسطة الخوابير المناسبة . ويولج الخابور بين الجزءين المكنيين المطلوب توصيلهما ببعضهما البعض (شكل ١١٩) ، وبذلك يمكن الحصول على إزواج محكم بينهما .

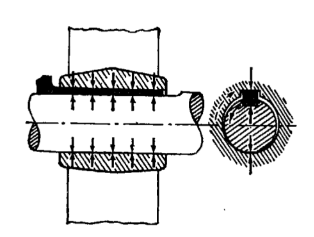
ويميل السطح العلوى والسطح السفلى للخابور على بعضهما البعض بنسبة معينة . فإذا كانت الوصلة ذات الخابور كثيرة الحل وخصوصا فى حالة الخابور المستدق فيختار أى استدقاق مناسب بين ١ : ١٠ ، ١ : ٢٥ ، أى أن الاستدقاق يكون ١ م لكل ١٠ م أو ٢٥ م من طول الخابور (شكل ١٢٠) .

وتستعمل الخوابير ذات الاستدقاق الصغير مثل ١ : ١٠٠ ، للوصلات ذات الخوابير المستديمة وهذا يعنى أن الاستدقاق هو ١ م لكل ١٠٠ م من طول الخابور . وكلما كان الاستدقاق صغيراً زادت فعالية الرباط ، غير أن الاستدقاق إذا كان صغيرا جداً فإن تأثيره فى الربط يتسبب فى تلف الأجزاء المكنية (شكل ١٢١) .

ويبين الشكل ١٢١ تحليل القوة فى حالة اختلاف استدقاقات الخابور . فالخابور (3) يولج فى مكانه بواسطة سنبك مناسب ومطرقة تعطى قوة الدفع المناسبة الممثلة بيانيا فى الشكل بالسهم المخطط . وتنقسم هذه القوة إلى مركبتين ممثلتين بالضلعين 5 ، 6 . وتؤثر هاتان المركبتان فى الواقع على أى نقطة بالسطحين العلوى والسفلى للخابور ، وكذلك الأجزاء المكنية (انظر شكل ١٢٠) .

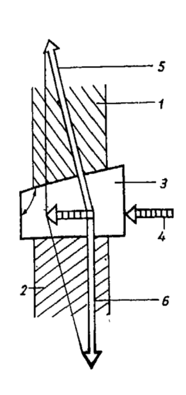
شكل ١٢٠ : (a) أبعاد الخابور المستدق

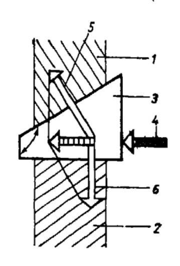
1	طول الخابور المستدق	4	الاستدقاق (السلبية)
2	أكبر ارتفاع	5	القمـــة
3	أقل ارتفاع	6	الجـــذع



شكل ١٢٠

(b) القوى المسلطة على الخابور المستدق





شكل ١٢١ : القوى المسلطة على الخابور

1 الجزء المكنى رقم ١
2 الجزء المكنى رقم ٢
3 الخابور المستدق
4 القوة الدافعة
5 مقدار القوة المنقولة بالخابور إلى الجزء المكنى رقم 1 (العمود)
6 مقدار القوة المنقولة بالخابور إلى الجزء المكنى رقم 2 (الصرة)

(ب) أشكال الخوابير :

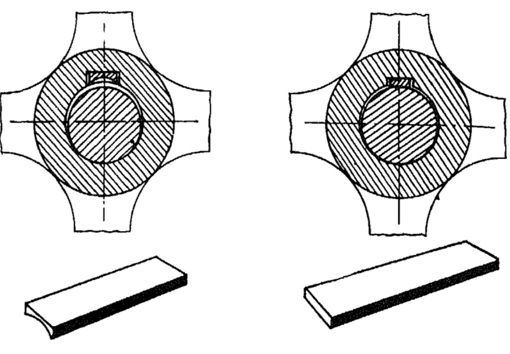
تستعمل أنواع مختلفة من الخوابير المستدقة وفقا لاحتياجات الوصلات ذات الخوابير . ويتوقف النوع المختار من الخوابير على تصميم الأجزاء المكنية ، ومقدار القوى المنقولة ، والظروف الفنية الأخرى (مثل إمكانية تجميعها وتفكيكها ، ونوع المادة المستعملة . . . الخ) .
وفيما يلي وصف وتوضيح لأكثر الخوابير استخداما ، وأمثلة لاستخدامها .

– **الخابور المستطيل المستدق (شكل ١٢٢) :**

يرتكز الخابور المستدق بسطحه السفلى على جزء منبسط بالعمود ، بينما يولج سطحه العلوى فى مجرى الخابور الموجودة بالصرة . وعرض المساحة المسطحة بالعمود يساوى عرض الخابور المستطيل ، ولا تصلح هذه الوصلة إلا لنقل القوى الصغيرة .

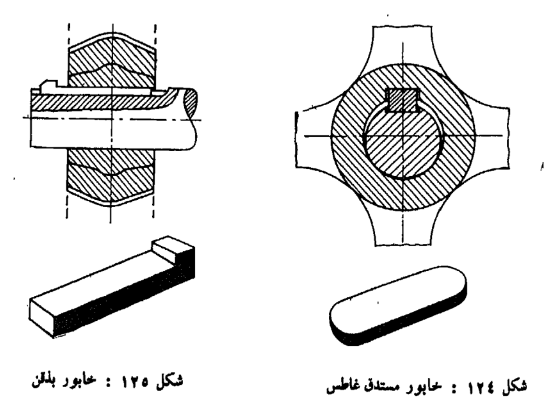
– **الخابور المجوف (خابور الركاب) (شكل ١٢٣) .**

الخابور المجوف سطحه السفلى مقعر فى الاتجاه الطولى للخابور . وتماثل حافتا الخابور حدى قطع ، وهما تلامسان سطح العمود . ولا يحدث الاتصال فى هذه الخوابير إلا عن طريق الاحتكاك . لهذا السبب لا تستعمل الخوابير المجوفة إلا فى التركيب المبدئى للأجزاء المكنية أو لنقل القوى الصغيرة .



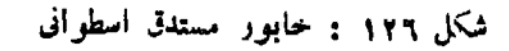
شكل ١٢٢ : خابور مستدق مستطيل المقطع

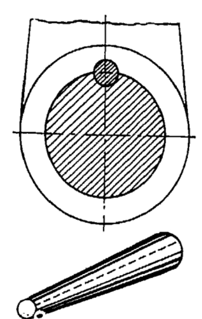
شكل ١٢٣ : خابور مجوف (خابور ركاب)

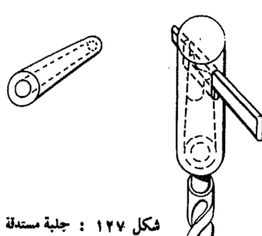


شكل ١٢٤ : خابور مستدق غاطس

شكل ١٢٥ : خابور بذقن


شكل ١٢٦ : خابور مستدق اسطوانى




شكل ١٢٧ : جلبة مستدقة

– الخابور الغاطس المستدق (شكل ١٢٤) :

– تستعمل الخوابير الغاطسة لنقل القوى الكبيرة . ويجرى تمريز تجويف فى العمود المطلوب إيلاج الخابور فيه . ويعمل هذا النوع من الوصلات ذات الخوابير بطريقتين . فى الطريقة الأولى يركب العمود والصرة بالكيفية المعتادة ، وبعد ذلك يدفع الخابور الغاطس . وفى الطريقة الثانية يدفع الخابور الغاطس أو يولج فى تجويف العمود ، ثم تدفع الصرة أو الجزء المكنى على هذا الخابور .

– الخابور ذو الذقن (شكل ١٢٥) :

– يدفع هذا الخابور فى مكانه بشكل أفضل من الخوابير السابقة نظرا لكبر الرأس عند نهايته السميكة . ويمكن نزع الخابور ذو الذقن من الجانب الذى دفع منه . والعيب الخطير فيه هو قابلية الرأس للبروز من جهة التركيب ، وقد يكون هذا فى الواقع سبب وقوع الحوادث بسهولة . ولهذا يجب تغطية الرأس ذات الذقن بغطاء واق . وتصنع الخوابير ذات الذقن بأشكال مستطيلة أو مجوفة أو غاطسة .

– الخابور الاسطوانى المستدق (شكل ١٢٦) :

تستعمل الخوابير الاسطوانية المستدقة بنفس الكيفية التى تستعمل بها الأصابع (البنوز) المستدقة ، غير أنها لا تستعمل إلا فى الحالات التى لا تتطلب فك الوصلة . فبعد تجميع العمود والصرة ، يثقب ثقب واحد فى وجهة العمود والصرة المجمعين ، ثم يبرغل الثقب المستدق ، وبعد ذلك يدفع فيه الخابور الاسطوانى المستدق . وعند فك التجميعة ، يجب ثقب تجويف الخوابير الاسطوانية المستدقة لإخراجها .

– الجلبة المستدقة (١٢٧) :

تستعمل الجلب المستدقة فى الصناعات الهندسية فى الحالات التى يعتمد فيها اعتماداً كليا على

انتظام إحكام رباط الأجزاء ، وعلى دوران الأجزاء المكنية بشكل صحيح ومضبوط تماما .
وعادة ما تركب بواسطة الجلب المستدقة شاقات التشغيل بمكنات التفريز ، وظروف التثقيب ، والمثاقيب وعدد التخويش الأسطوانى ، وعدد القطع الأخرى .

والعيب الحقيقى لجميع الوصلات ذات الخوابير المستدقة باستثناء الوصلات ذات الجلب المستدقة يرجع فى الواقع إلى فشل الأعمدة والصرر فى الدوران بالشكل المضبوط تماما بعد إيلاج الخوابير ، بالرغم من أن انحرافها عن الدوران بالشكل الصحيح يكون فى حدود كسور المليمتر . ويمكن التقليل من هذا الانحراف عن طريق العناية بتركيب الأعمدة والصرر ، إلا أنه لا يمكن التخلص منه كلية ؛ وهذا هو السبب فى عدم استعمال الوصلات ذات الخوابير المستدقة إلا فى الحالات التى لا يؤثر فيها الانحراف الصغير لدوران العمود على عمليات التشغيل .

(جـ) تمرين على التجميع :

المطلــوب :

المطلوب تركيب حدافة على عمود قطره ٣٥ مم بواسطة خابور غاطس مستدق . والعمود مشطب ومثقوب فى صرة الحدافة ثقب مشطب ، كما أعدت بها مجرى للخابور . وطول الصرة ٥٢ مم . كذلك مطلوب عمل الخابور الغاطس المستدق .

تسلسل العمليـــات :

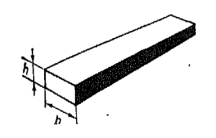
(١) إذا لم يتيسر الحصول على البيانات الفنية المطلوبة فيجب أولا معرفة أبعاد الخابور ومجرى العمود والصرة . ويمكن الحصول على هذه الأبعاد ، فضلا عن المواد المستخدمة من الجداول .

وفيما يلى مثال لجدول بأبعاد الخوابير الغاطسة (شكل ١٢٨) .

قطر العمود	أبعاد الخابور (مم)		عمق التجويف (مم)	
	b	h	فى العمود	فى الصرة
من ١٠ إلى ١٢	٤	٤	٢,٤	١,٣
من ١٢ إلى ١٧	٥	٥	٢,٩	١,٨
من ١٧ إلى ٢٢	٦	٦	٣,٥	٢,١
من ٢٢ إلى ٣٠	٨	٧	٤,١	٢,٤
من ٣٠ إلى ٣٨	١٠	٨	٤,٧	٢,٨
...	..	..	..	..
من ٤٤ إلى ٥٠	١٤	٩	٥,٥	٢,٩
...	..	..	..	..
من ٦٥ إلى ٧٥	٢٠	١٢	٧,٤	٣,٩
من ٧٥ إلى ٨٥	٢٢	١٤	٨,٥	٤,٧

وطول الخابور يساوى ١,٥ مرة تقريبا قدر قطر العمود .

المــادة : صلب ذو مقاومة شد من ٦٠ إلى ٧٠ كجم/م ٢ .



شكل ١٢٨ : رسم تخطيطى يوضح أبعاد الخوابير المستدقة

ومن الجدول يمكن الحصول على القيم الآتية بعد للعمود الذى قطره ٣٥ م عند الخط « من ٣٠ م إلى ٣٨ م » .

أ ـ أبعاد الخابور :

العرض b = ١٠ م ، الطول : حوالى ١,٥ مرة قدر القطر .

= ٣٥ × ١,٥ = ٥٢,٥ م

الارتفاع h = ٨ م ، وحيث أن طول الصرة لا يتعدى ٥٢ م ، لذلك يختار طول الخابور ليكون ٥٠ م .

(ب) أبعاد مجرى الخابور فى العمود .

العرض ١٠ م ، الطول ٥٥ م

العمق ٤,٧ م

(ج) أبعاد مجرى الخابور فى الصرة

العرض ١٠ م ، الطول يساوى طول الصرة

العمق ٢,٨ م

وعند دفع الخابور المستدق فى مكانه يجب ملاحظة أن لا تضغط أوجهه الجانبية بقوة على جوانب مجرى الخابور . ولهذا يجب أن يكون عرضا الخابور ومجرى الخابور مضبوطين طبقا للمواصفات . ويمكن تسهيل ذلك بالرجوع إلى جداول التوافقات (انظر أيضا بند التوافقات صفحة ٣١) .

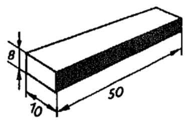
وطبقا لهذه الجداول يجب أن يكون عرض الخابور بين ١٠ م ، ٩,٩٣٨ م ، وعرض مجرى الخابور بين ١٠,١٨٠ م ، ١٠,٠٨٠ م وهذا يحقق التركيب الجانبي الصحيح للخابور المستدق .

(٢) لعمل خابور غاطس مستدق بمواصفات الأبعاد السابقة تتبع الخطوات الآتية :

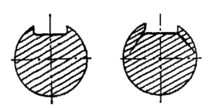
(أ) تنشر خامة بطول حوالى ٦٠ م (المقاس النهائى المطلوب ٥٠ م) من عمود خام .

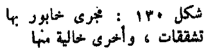
(ب) يشطب الوجه السفلى من الخابور .

(ج) يشغل السطح العلوى بالمكنات موازيا للوجه السفلى حتى ارتفاع ٨,٢ م . ويعمل ميل السطح العلوى فى إحدى العمليات الأخيرة .



شكل ١٢٩ : الأبعاد النهائية لخابور مستدق غاطس (بعد تشطيبه)





شكل ١٣٠ : مجرى خابور بها تشققات ، وأخرى خالية منها

(د) تشغل الأوجه الجانبية بالمكنات مع مراجعتها باستمرار فى فترات معينة للتأكد من تعامدها مع الوجه السفلى ، فضلا عن الحصول على الأبعاد المطلوبة .

(هـ) يشغل وجها النهايتين (القورتان) للحصول على الطول المطلوب (٥٠ مم) . وقد تبين من الخبرة المكتسبة أن حوافى أى من النهايتين فى قطع التشغيل الطويلة ، مثل الخوابير الغاطسة لا يمكن مطابقتها مع الأبعاد المنصوص عليها أو المحافظة على تعامدها أثناء التشغيل . لذلك يترك تسامح للتشغيل فى كل من النهايتين .

(و) يعمل السطح العلوى المستدق . ولهذا الغرض يراعى ما يلى : الاستدقاق العادى للخابور الغاطس هو ١ : ١٠٠ ، ومن ثم فإذا كان الارتفاع h = ٨ مم (انظر الجدول) ، فإن أقل ارتفاع مناظر للخابور الغاطس الذى طوله ٥٠ مم عند الاستدقاق ١ : ١٠٠ يجب أن يكون ٧,٥ مم (شكل ١٢٩) .

(ز) تشطب (تشطف) حوافى الخابور الغاطس المستدق ، وعادة ما يكون نصف قطر الشطب (الشطف) صغيرا .

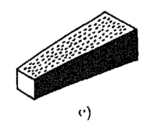
ويجب أن تدور (تنعم) الحوافى الحادة للزوايا الداخلية لتجنب حدوث شروخ فى مجارى الخوابير بالأعمدة أو بالصرر ويتماشى نصف قطر تدوير الحوافى الداخلية مع نصف قطر تدوير شطف الخابور الغاطس (شكل ١٣٠) .

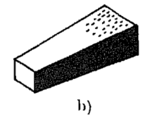
وبعد الانتهاء من هذا العمل ، يستخدم الخابور الغاطس بمثابة نموذج لتشطيب مجرى الخابور فى الصرة وفقا له .

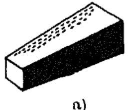
(٣) تشطيب مجرى الخابور فى الصرة ، والذى سبق إعداده بالتشغيل الاستقرابى وفقا لأقل ارتفاع للخابور . وتتبع لذلك الخطوات الآتية :

(أ) تشغل المناطق الجانبية لمجرى الخابور مكنيا وفقا لمقاس يقع بين ١٠,٠٨٠ مم ، ١٠,١٨٠ مم .

(ب) يشغل السطح المستدق مكنيا . ونظرا لوجوب تساوى هذا الاستدقاق مع استدقاق الخابور الغاطس ، بمعنى أن يكون كل منهما بنسبة ١ : ١٠٠ ، لذلك فإنه يوصى بمراعاة العناية فى العمل ومراجعة الاستدقاق بشكل متكرر فى أثناء التشغيل . وقبل البدء فى التجميع يجب تحديد الجانب الذى سيدفع من جهته الخابور .


(c)


(b)


(a)

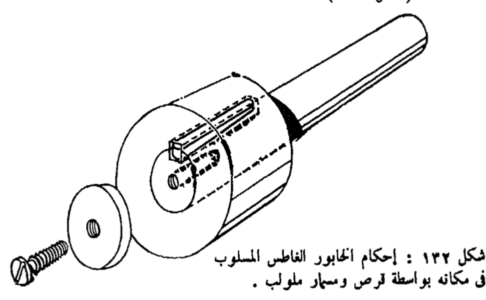
شكل ۱۳۱ : نماذج للتلامس التحميلى
(a) الخابور يحمل على جنب واحد فقط
(b) الخابور يحمل على نقط عند الارتفاع الأكبر
(c) أسطح الخابور محملة بشكل منتظم

(ج) تركب الحداقة والعمود ببعضهما البعض . ويغطى السطحان العلوى والسفلى للخابور الغاطس بطبقة من الطباشير أو الحبر ليظهر أثرها عند إيلاج الخابور فى المجرى ، ثم يدفع الخابور بالطرق الخفيف باستخدام مطرقة ثم ينزع للاختبار . ويظهر فى هذه الحالة السطحان العلوى والسفلى للخابور بوضوح المواضع التى يكون التحميل فيها جيدا على السطح المناظر فى مجرى الخابور

ومن ثم يعاد توضيب السطحين العلوى والسفلى للخابور أو مجارى الخابور بعدة عمليات تشطيب يكرر إجراؤها إلى أن يتم الوصول إلى التحميل الصحيح المناسب على الأسطح المنتهية (المشطبة) (شكل ۱۳۱) .

(د) تنظف جميع الأجزاء من الطباشير أو الحبر . . . . الخ ، ويعاد تجميع العمود والحداقة مع ضبط الأبعاد . وبعد ذلك يدهن الخابور بطبقة خفيفة من الزيت ثم يدفع فى مكانه حتى يستقر (يخدم) على الوجه الأمامى للصرة .

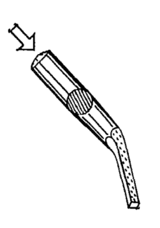
(هـ) لإحكام (زنق) الخابور الغاطس ، يركب قرص على نهاية الوجه الأمامى للعمود (شكل ۱۳۲) .



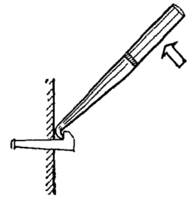
شكل ۱۳۲ : إحكام الخابور الغاطس المسلوب فى مكانه بواسطة قرص ومسمار ملولب .

يمكن عموما تطبيق تسلسل العمليات السابق وصفها عند تركيب أى نوع من الخوابير المستدقة . فعند دفع الخابور ذى الذقن ، يجب التأكد من أن ذقن الخابور لا يلامس الجزء المكنى ، وإلا أصبح من الصعب فك الوصلة ذات الخابور .

(د) يبين الشكلان ۱۳۳ ، ۱۳٤ مثالين . للعدد الخاصة بتركيب الخوابير المستدقة ونزعها .



شكل ۱۳۳ : سنبك الخابور المستدق



شكل ١٣٤ : أداة استخراج خابور بذقن

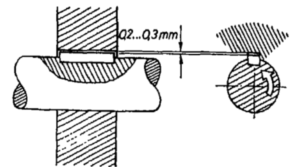
(٤) الخوابير الغاطسة وخوابير « وودراف » والحدد (الأعمدة المحددة) .

(أ) خصائص الخوابير الغاطسة وخوابير « وودراف » والحدد .

تستخدم الخوابير الغاطسة وخوابير « وودراف » والحدد لتوصيل الأعمدة والصرر ببعضها البعض ، وخصوصا عند نقل عزوم الالتواء فى اتجاه واحد (شكل ١٣٥) .

الشكل :

المقطع المستعرض لهذه الخوابير والأخاديد مستطيل الشكل ، وعادة ما يكون وجه نهاية كل منها على شكل نصف دائرة ، وسطحاه العلوى والسفلى موازيين لبعضهما البعض ، فضلا عن خلوه من أى استدقاق (سلبية) . وقد تعرف هذه الخوابير أحيانا باسم الخوابير المتوازية .



شكل ١٣٥ : تمثيل الوصلة ذات الخابور المتوازى

التركيب :

يمكن إيلاج هذه الخوابير أو دفعها بسهولة على مجرى خابور العمود . ويربط الخابور فى حالات كثيرة على العمود بمسمار . ويجب أن تكون الأوجه الجانبية للخوابير المتوازية والحدد ذوات أسطح جيدة التشطيب نظرا لأن هذه الأسطح هى التى تدير الصرة . ويجب ترك خلوص من ٠٫٢ مم إلى ٠٫٣ مم بين السطح العلوى للخابور أو الحدد وبين السطح السفلى لمجرى الخابور فى الصرة .

المـزايا :

عدم تلف الأجزاء الموصلة ، مع استمرار الأجزاء المجمعة فى دورانها بدقة عالية ، حتى فى حالة السرعات العالية .

العيوب :

حيث أن الأجزاء الدوارة يسمح لها بالانزلاق على الخوابير أو الحدد ، لذلك يجب إحكام رباطها لمنع حركتها فى الاتجاه الجانبى . ولا تقوم هذه الخوابير والحدد إلا بنقل القوى المحدودة . لذلك يجب أن لا تتعرض لعزوم الالتواء ذات الاتجاه المتغير .

وقد تقسم الخوابير المتوازية والحدد إلى مجاميع طبقا لأشكالها واستعمالاتها . ومن ثم فإنه توجد منها الأنواع الآتية :

الخوابير الغاطسة — خوابير « وودراف » — الخوابير الغاطسة المنزلقة — الأعمدة المحددة .

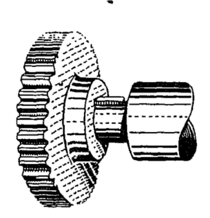
(ب) الخوابير الغاطسة :

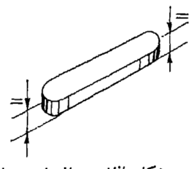
تستخدم الخوابير الغاطسة التى تعرف باسم الخوابير الغاطسة العدلة ، فى نقل الحركة الدورانية للعمود إلى الصرة ، أو العكس . ويكون طول الخابور عادة أقل من طول صرة الجسم الدائر . وبهذه الكيفية يمكن تركيب وسيلة زنق لمنع حدوث أى حركة جانبية . ويجب أن تكون جوانب هذه الخوابير ذات دقة فى أبعادها لتوافق نوع الازواج المحدد .

تركيب الخابور الغاطس :

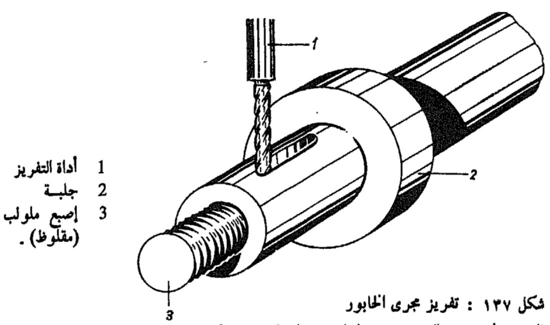
(١) تفرز مجرى الخابور على العمود بالطول والعمق والعرض المحددة وفقا للمواصفات المطلوبة فى الخابور الغاطس . ويجرى التفريز بواسطة سكينة تفريز طرفية (شكل ١٣٧) .

(٢) يعمل الخابور الغاطس . ويجب أن يكون عرضه كافيا لقوة الضغط المعينة لدفع





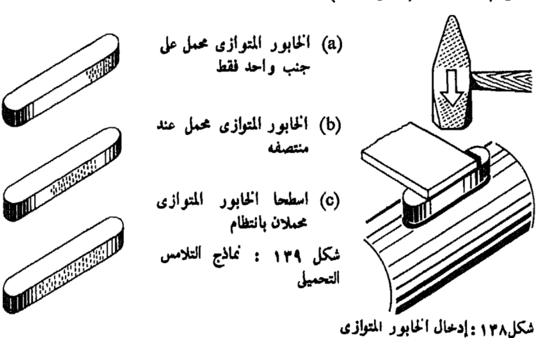
شكل ١٣٦ : شكل الخابور المتوازى واستخراجه



شكل ١٣٧ : تفريز مجرى الخابور

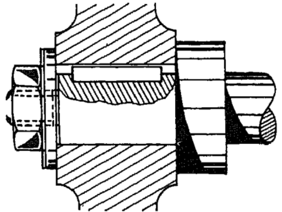
الخابور فى مجرى العمود . وتتسلسل بقية العمليات بالشكل السابق وصفه عند تركيب الخوابير (انظر صفحة ٧٣) (شكل ١٣٨) .

(٣) تشغل مجرى الخابور فى الصرة مكنيا . ويجب أن تشطب مجـرى الخابور بطريقة تـكفل المحافظة على عرض مجرى الخابور بالتفاوت المنصوص عليه لتركيب الخابور . ويجب أن تنزلق الصرة على الخابور الغاطس بدون صعوبة ملحوظة ، كما يجب أن تـكون الحوائط الجانبية لمجرى الخابور ذات تحميل جيد على جوانب الخابور . ولمراجعة هذا ، يغطى الخابور الغاطس المولج فى العمود بطبقة من الطباشير أو الحبر ليظهر أثرها عند تركيب مجرى خابور الصرة عليه . وتصحح النقط المعيبة التى تظهر حتى يصبح التركيب صحيحا ، أى بدون أى خلوص . وينبغى ترك خلوص من ٠,٢ مم إلى ٠,٣ مم بين السطح العلوى للخابور الغاطس وبين السطح السفلى لمجرى الخابور (شكل ١٣٩) .

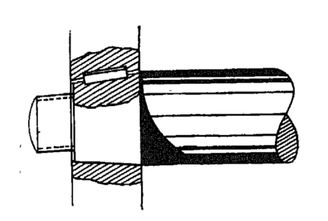


شكل ١٣٩ : نماذج التلامس التحميلى

شكل ١٣٨ : إدخال الخابور المتوازى



شكل ١٤٠ : التجميع بالخابور المتوازى



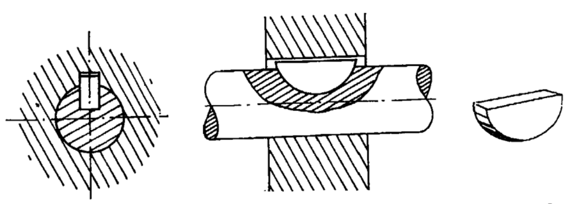
شكل ١٤١ : مرتكز عمود مستدق بخابور متوازى

(٤) تركب الأجزاء المنظفة والمغطاة بطبقة رقيقة من الزيت مع بعضها البعض ثم تثبت . وفى هذا المثال تركب جلبة فى أحد جانبى العمود (شكل ١٣٧) ، واستعملت إصبع (بنز) ملولبة وحلقة (وردة) وصمولة على الجانب الآخر لزنق المجموعة (شكل ١٤٠) .

ويمكن الحصول على وصلة ذات كفاءة ملحوظة إذا أضيف إلى الخابور الغاطس إصبع مستدقة . والأصابع المستدقة (والجلب المستدقة) قادرة على نقل القوى الكبيرة ، ويرجع هذا إلى إيجابية الزنق أو فاعلية الربط لتوصيل الأجزاء . ويستعمل الخابور الغاطس فى هذه المجموعة لإبقاء العمود والصرة فى وضع محدد بالنسبة لبعضهما البعض (شكل ١٤١) .

(ج) خوابير « وودراف » (شكل ١٤٢) .

تتخذ خوابير «وودراف» شكل قطعة من دائرة . وهى تستعمل أساسا للأعمدة التى تصل أقطارها إلى ٣٠ مم ، إلا أنها أحيانا قد تستعمل للأعمدة التى تصل أقطارها إلى ٦٠ مم . وخوابير «وودراف» مناسبة لنقل القوى الصغيرة والمتوسطة . ويسهل نسبيا تجميع الأجزاء بواسطة هذه الخوابير . وأبعاد خوابير « وودراف » قياسية ، ويمكن الحصول عليها من الجداول ، وهى موضوعة أساسا بناء على الخبرة التجريبية .



شكل ١٤٢ : خابور « وودراف » واستخدامه

والجدول الآتى يبين أبعاد خوابير « وودراف » (شكل ١٤٣) :

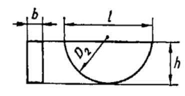
أبعاد خوابير « وودراف » .

قطر العمود D (م)	العرض b (م)	الإرتفاع h (م)	الطول L (م)	القطر D_2 (م)	عمق مجرى الخابور (م) للعمود م	للصرة م
٤ إلى ٦	١,٥	٢,٦	٦,٨	٧	٢,٠	٠,٧
٦ إلى ٨	٢	٣,٧	٩,٧	١٠	٢,٩	٠,٩
٨ إلى ١٠	٢,٥	٣,٧	٩,٧	١٠	٢,٩	٠,٩
١٠ إلى ١٢	٤	٥,٠	١٢,٧	١٣	٣,٥	١,٦
١٢ إلى ١٧	٥	٦,٥	١٥,٧	١٦	٤,٥	٢,١
١٧ إلى ٢٢	٦	٧,٥	١٨,٦	١٩	٥,١	٢,٥
٢٢ إلى ٣٠	٨	٩,٠	٢١,٦	٢٢	٦,٢	٢,٩
٣٠ إلى ٣٨	١٠	١١	٢٧,٣	٢٨	٧,٨	٣,٣

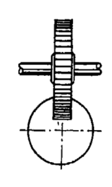
تركيب خابور « وودراف » :

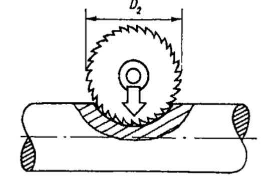
(١) يفرز مجرى الخابور على العمود بواسطة سكينة تفريز جانبية . ويجب أن تتطابق أبعاد سكينة التفريز مع الأبعاد المحددة بالجدول ، وينطبق هذا على القطر (D_2) والعرض (b) (شكل ١٤٤) .

(٢) يصنع خابور « وودراف » . ويوصى بالتشغيل المكنى للأوجه الجانبية أولا ، ثم تشكيل السطح نصف الدائرى مع الاستعانة بمحدد قياس أنصاف أقطار ، وفى النهاية يشغل الخابور مكنيا للحصول على البعد المطلوب للارتفاع (شكل ١٤٥) .

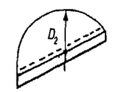


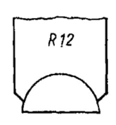
شكل ١٤٣ : رسم تخطيطى لبيان أبعاد خوابير « وودراف »

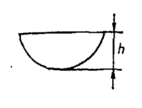




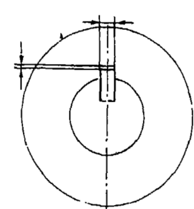
شكل ١٤٤ : تفريز لقب (مجرى) لخابور « وودراف »

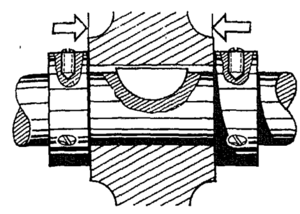




شكل ١٤٥ : تسلسل العمليات لإنتاج خابور « وودراف »



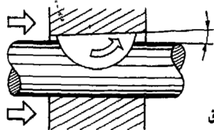
شكل ١٤٦ : توظيب المجرى لخابور « وودراف »



شكل ١٤٧ : إحكام خابور « وودراف » بواسطة جلب ضبط

(٣) يشغل مجرى الخابور فى الصرة مكنيا . ثم تشطب الأوجه الجانبية لمجرى الخابور مكنيا على المقاسات المطلوبة . ويجب أن يكون من السهل دفعها على الخابور المولج فى العمود دون وجود خلوص . ويشطب قاع مجرى الخابور بحيث يكون الخلوص بين هذا القاع فى الصرة وبين السطح العلوى للخابور من ١,٠ مم إلى ٢,٠ مم (شكل ١٤٦) .

(٤) تزيت الأجزاء بعد إزالة الرايش منها وتنظيفها بعناية ثم تجمع ويحكم رباطها (تزنق) (شكل ١٤٧) . ويستعمل خابور « وودراف » للحصول على وصلة تتشابه فى بعض خواصها مع الوصلة ذات الخابور المستدق . ونظرا لطبيعة شكله فإنه يمكنه أداء بعض الحركات الدورانية فى مجرى العمود ، مهيئا نفسه لأى استدقاق قد يوجد فى مجرى الصرة بعد تجميعها . ويجب أن يشغل الاستدقاق المطلوب فى مجرى الصرة مكنيا . وعلى العكس من اشتراطات التجميع بواسطة خابور مستدق ، فإن قاع مجرى الخابور وليست جوانبه هو الذى يجب تركيبه بحيث ينتج عنه التحميل المطلوب (شكل ١٤٨) .



شكل ١٤٨ : إستخدام خابور « وودراف » كخابور مستدق

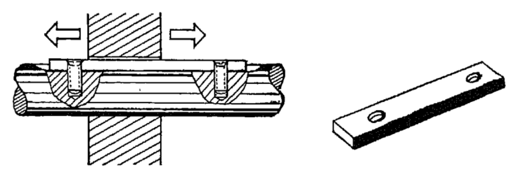
الخوابير الغاطسة المنزلقة (شكل ١٤٩) :

إذا تطلب الأمر أن يكون الجسم المدار المركب على عمود قادرا على التحرك محوريا ، ومثال ذلك مجموعة التروس ، فى هذه الحالة يمكن استخدام خابور غاطس منزلق لتجميع الأجزاء المتعددة . ويجب أن يكون طول الخابور الغاطس المنزلق كافيا لإدارة الجسم فى أى وضع له . وتثبت الخوابير الغاطسة المنزلقة فى مجرى العمود عادة بواسطة مسامير قلاووظ مخوشة . وتركب الخوابير الغاطسة المنزلقة القصيرة فى مجرى الخابور وتثبت بإسفين جانبى .

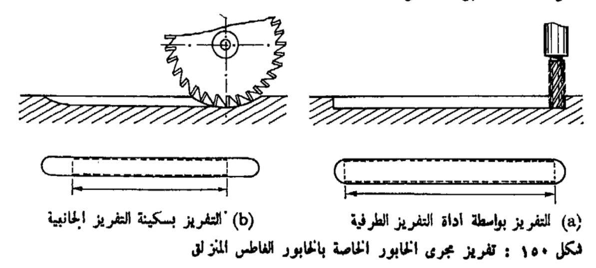
تركيب الخابور الغاطس المنزلق :

(١) تفرز مجرى الخابور فى العمود بطول الخابور الغاطس المنزلق . ويستعمل لهذا الغرض سكينة تفريز طرفية بالقطر المطلوب أو سكينة تفريز جانبية بالعرض المطلوب — ويلاحظ أن الأوجه الأمامية للخوابير الغاطسة المنزلقة تكون عادة مستقيمة (عدلة) . ويجب مراعاة هذا عند حساب طول مجرى الخابور (شكل ١٥٠) .

(٢) يعمل الخابور الغاطس المنزلق ويركب فى مجرى العمود ثم تعلم (تشنكر) مواضع ثقوب التثبيت ثم تثقب . وتستعمل للتثبيت المسامير القلاووظ الخاصة بالمكنات . وقد سبق وصف العمليات المطلوبة عند شرح الوصلات اللولبية .

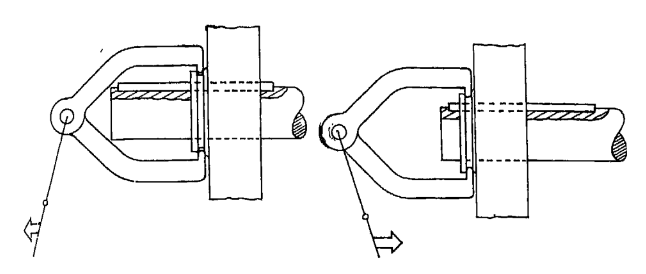


شكل ١٤٩ : الخابور الغاطس المنزلق واستخدامه



(a) التفريز بواسطة اداة التفريز الطرفية (b) التفريز بسكينة التفريز الجانبية

شكل ١٥٠ : تفريز مجرى الخابور الخاصة بالخابور الغاطس المنزلق



شكل ١٥١ : أجزاء مكنية تحتوى على شوكة دليلية ومجمعة بواسطة خابور غاطس منزلق (وضعان) .

(٣) يوظب الخابور الغاطس المنزلق والصرة ليركبا مع بعضهما البعض بالشكل الصحيح الذى يسمح للصرة بالإنزلاق على الخابور بدون أى خلوص .

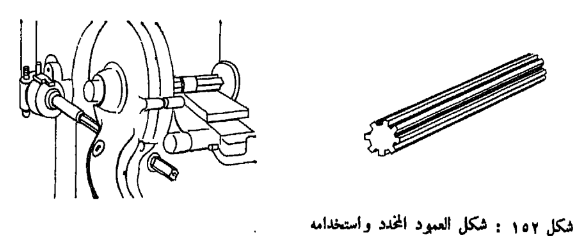
(٤) فى حالة الخوابير المستدقة وخوابير «وودراف» يمكن توصيل الأجزاء المجمعة ثم تثبيتها ، أما المجموعة (التجميعة) المزودة بخابور غاطس منزلق فإنها يجب أن تشتمل على أجزاء مكنية إضافية ، قد تكون على سبيل المثال شوكة دليلية لوصلة تحكية أو مخالب لقابض خاصة بإعادة الجسم الدائر إلى وضع معين على الخابور الغاطس المنزلق ، وقد يكون الجسم عجلة مسننة ، أو طنبور سير ، . . . الخ (شكل ١٥١) .

(هـ) الأعمدة المخددة (ذات المجارى) (شكل ١٥٢) :

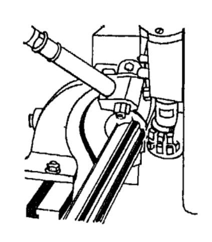
الوصلات ذات الخوابير الغاطسة المنزلقة ضعيفة جدا لا يمكنها نقل القوى الناشئة فى آليات التحكم الآلى ذات الخدمة الشاقة كما هى الحال فى مكنات الورش والمركبات (السيارات) . لذلك يستعمل بدلا منها أعمدة مخددة تتزاوج مع صرر ذات مجار متعددة . وللعمود المخدد عدة خوابير مشكلة فيه ، وهو يصنع من صلب إنشاءات ذى مرتبة عالية . وقد يكون للعمود المخدد الواحد ٦ أو ٨ أو ١٠ أو ١٦ أو ٢٠ خابور ، ويتوقف هذا العدد على الغرض من استخدامه .

وتشغل الأعمـــدة المخددة تشغيلا أوليا (إستقرابيلا) على مكنات التفريز ، ثم تشغل نهائيا على مكنات التجليخ (شكل ١٥٣) .

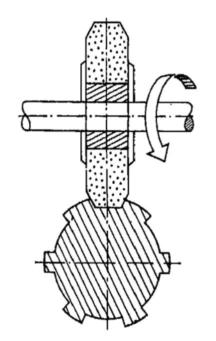
ونظرا لصعوبة إنتاج هذه الأعمدة وتعقيدها فإنها يجب أن تعامل بحرص وعناية كبيرة عنـــد تجميعها أو فكها . ويشغل الجزء المتزاوج ، الذى يعرف باسم الصرة ذات التجاويف المتعددة أو الثقب المخدد ، تشغيلا أوليا (إستقرابيا) بالمخارط ثم يشغل نهائيا (يشطب) بمكنات البرغلة (شكل ١٥٤) .



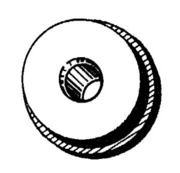
شكل ١٥٢ : شكل العمود المخدد واستخدامه



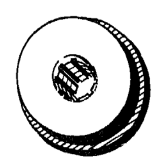
شكل ١٥٣ : (a) تفريز العمود المخدد (ذى المراود)



شكل ١٥٣ : تجليخ العمود المخدد



شكل ١٥٤ : فتحة مخددة مشغلة تشغيلا إستقرابيا



شكل ١٥٤ : الفتحة بعد البرغلة

نظراً لأن العمود المخدد والثقب يجرى إنتاجهما فى الغالب بالمكنات ، لذلك فإن إحتمال إعادة تشطيبهما أو توضيبهما محدود . ويجب قبل تجميعهما مراجعة إنزلاق العمود المخدد والصرة كل منهما على الآخر بالشكل الصحيح، ويجرى إصلاح التلفيات قبل إنضغاط الحوافى أو تغيير شكلها بعناية باستخدام المبارد الناعمة .

وعند إصلاح المكنات التى استخدمت مدة طويلة ، يراجع الثقب المخدد لمعرفة مقدار الخلوص .

ثالثا : عناصر المكنات الخاصة بالحركات الدورانية :

١ - المحاور (الأكسات) :

(أ) تعريفها واستخداماتها :

تستخدم المحاور التى تركب عادة تركيبا جسيئا لحمل الأجزاء المكنية التى ترتكز عليها . وتصمم المحاور بحيث يمكنها تحمل الأحمال التى تسلط عليها .

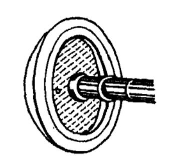
وتعرف المحاور القصيرة غير الدوارة باسم المحاور (الأعمدة) الساكنة ، أو المرتكزات أو الدناجل، ويتوقف ذلك على الغرض من استخدامها . والسمة المميزة للمحاور هى أنها لا تنقل العزوم ، بل تتعرض فقط لاجهادات الحنى . وقد ينظر إليها فى بعض الأحيان على أنها عوارض (كرات) من أحد طرفيها أو من كليهما .

وقد تتخذ المحاور أى شكل مناسب ، إلا أن الجزء المخصص لتركيب الأجزاء المكنية الأخرى عليه ، أو استنادها إليه ، عادة ما يكون مقطعها مستديرا . ويعرف هذا الجزء من المحور باسم مقعدة (مرتكز) المحور . أمثلة للمحاور : (الشكلان ١٥٥ ، ١٥٦) .

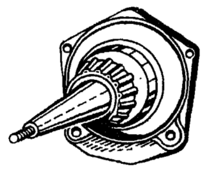
- محاور عجلات عربات السكك الحديدية ومقطورات اللوارى والدراجات . . . الخ .
- محاور حمل المسننات (التروس) ، والمحاور الحاملة للعجلات الوسيطة .
- مرتكزات نقط إرتكاز الروافع . . . الخ .

(ب) تمرين على التجميع :

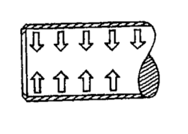
عند تركيب المحاور ، يجب مراعاة التمييز بين تركيب الجسم الذى يدور على محور وبين تركيب مقعدات (مرتكزات) المحور فى الحامل المعد لهذا الغرض .

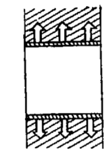


شكل ١٥٥ : محور عجلة عربة بضائع



شكل ١٥٦ : محور عربة عجلة نقل (لورى)





شكل ١٥٧
تسخين الفتحة وتبريد المحور

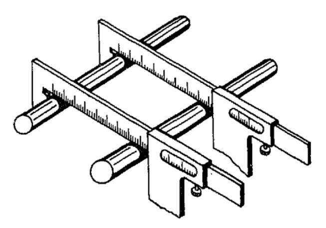
وفى الحالات التى تتطلب تركيب جسم دوار أو أى جزء مكنى آخر تركيبا جسيئا مع المحور ، ينبغى أن يتم التركيب وفقا لتوافق دق شديد وتوافق إنكماش . لذلك يجب أن يكون قطر فتحة الجسم الدوار أو الجزء المكنى أصغر من قطر المحور . ويدفع المحور فى مكانه بواسطة مطرقة (دقماق) خشبية أو مطاطية . ويمكن الحصول على توافقات الإنكماش بالإستفادة بخاصية انكماش المعادن أو تمددها نتيجة لتسخينها أو تبريدها . وفى هذه الحالة تسخن الفتحة بعناية ، فى حين يبرد المحور .وبذلك تتمدد الفتحة المسخنة إلى حد ما ، بينما يتقلص المحور المبرد(شكل١٥٧).

وعند تجميع الجزءين وهما فى هذه الحالة ، فإن درجة حرارتهما تصل بعد فترة محددة إلى درجة الجو المحيط العادية . وفى أثناء هذه الفترة تتقلص الفتحة ويتمدد المحور . وبهذه الكيفية يمكن الحصول على وصلة متينة .

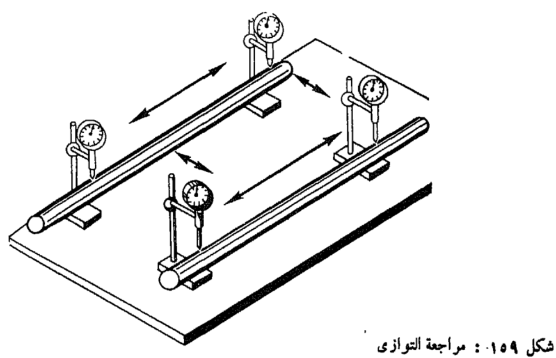
وقبل تجميع مرتكزات المحور ومحاملها المعدة لهذا الغرض ، يتم التأكد من أن المحمل محيط بالمرتكز إحاطة تامة بطول سطح التحميل الكلى له ، وذلك لكفالة الحصول على المستد المطلوب (انظر باب المحامل) .

وإذا اشتملت المكنة على محاور متعددة ، فيجب مراجعة وضع كل محورين مرتبطين ببعضهما البعض . ويجب قياس المسافة بين كل محورين ومراجعة توازيهما بالنسبة لبعضهما البعض فى أثناء الدوران (الشكلان ١٥٨ ، ١٥٩) .

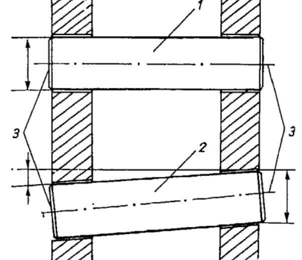
وإذا أريد تجميع أجزاء مكنية بها فتحات معمولة من قبل ، وكانت المسافة بين كل محورين مقاسة ، وكان وضع التوازى لهما محددا ، ففى هذه الحالة لا يمكن تصحيح هذه المسافة أو وضع التوازى باعادة تشغيل المحامل (الفتحات) وإنتاج محاور جديدة تتطابق أبعادها مع الزيادة فى أقطار هذه الفتحات وتتزاوج معها (الأشكال من ١٦٠ إلى ١٦٢) .



شكل ١٥٨ : مراجعة المسافة بين محورين

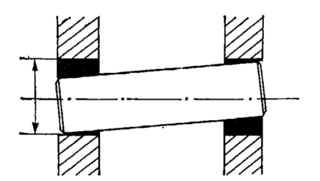


شكل ١٥٩ : مراجعة التوازى

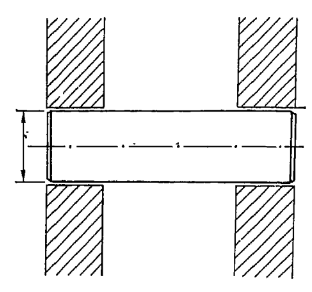


شكل ١٦٠ : الوضع النسبى الخاطىء بين محورين

1 المحور الأول
2 المحور الثـانى
3 ثقوب لحامل المحور



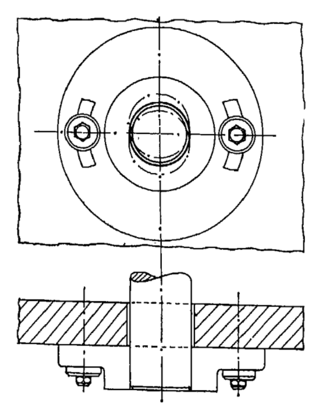
شكل ١٦١ : إعادة تشطيب الثقب غير الدقيق



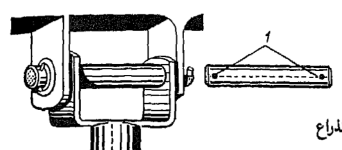
شكل ١٦٢ :
تركيب محاور جديدة بقطر أكبر

وفى حالات عديدة تصمم محامل المحاور بحيث يمكن ضبطها . وبهذه الكيفية يمكن تسهيل عملية التجميع . وعند البدء فى الضبط يفك قليلا رباط مسامير الضبط الموجود بمحامل المحاور القابلة للضبط وتضبط المسافة بين المحورين ، وكذلك المحاور التى لا تدور موازية لبعضها البعض، باستخدام مطرقة (دقماق) خشبية أو مطاطية . وبعد طرقة واحدة أو عدة طرقات يجب أخذ قياسات لمراجعة وضع المحور (شكل ١٦٣) .

ويحكم رباط محاور المحامل المضبوطة . وبالإضافة إلى مسامير الضبط فإنه يمكن استخدام الأصابع (البنوز) الأسطوانية أو المستدقة لتثبيت المحامل .

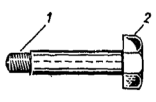


شكل ١٦٣ :
ضبط محاذاة محامل المحور

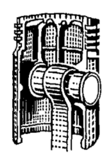


شكل ١٦٤ : محور إرتكاز للتركيب فى الذراع
1 ثقوب لتيلة مشقوقة



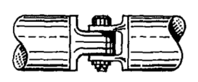


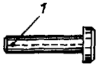
شكل ١٦٥ : إصبع (مسمار) به جزء مقلوظ
لتركيب جسم دوار بجزء مكنى
1 اللولب (القلاووظ) 2 رأس مسدس



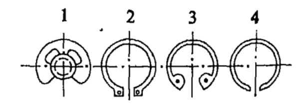


شكل ١٦٦ : بنز تركيب ذراع التوصيل





شكل ١٦٧ : مسمار لوصل عناصر التوصيل



1 قرص إحكام
2 حلقة يايية خارجية
3 حلقة يايية خارجية
4 حلقة حابكة سلكية

شكل ١٦٨ : عناصر إحكام المسامير ومحاور الإرتكاز

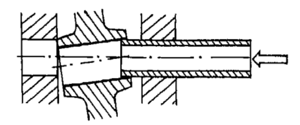
٢ ــ محاور الارتكاز والأصابع (البنوز) :

(أ) تعريفها ، واستخداماتها وأشكالهــا :

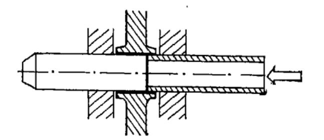
تعتبر الأصابع (البنوز) ومحاور الإرتكاز نوعا خاصا من المحاور . وهى تستخدم لتوصيل الأجزاء المكنية بحيث يمكنها الإرتكاز على بعضها البعض أو تكون حرة الدوران أو الإلتفاف . وتبين الأشكال من ١٦٤ إلى ١٦٧ أمثلة لاستخدامات محاور الإرتكاز والأصابع (البنوز) . ويتضح من هذه الأمثلة أن محاور الإرتكاز والأصابع قد تتخذ أشكالا مختلفة . فقد تكون أسطوانية بالكامل أو ذات شكل متدرج (الشكلان ١٦٤ ، ١٦٦) ، وقد تكون مصمتة (شكل ١٦٤) أو مجوفة (شكل ١٦٦) . وإذا أريد تركيب جزء مكنى مع جزء مكنى آخر بحيث يكون الأول حر الدوران ، فى هذه الحالة تزود الأصابع بأسنان مقلوظة ورأس مسدس (شكل ١٦٥) . ولعمل وصلات بسيطة ومتحركة يزود الإصبع فى معظم الأحيان بجويط. ولتثبيت مجموعة ذات محاور ارتكاز ، تستعمل الخوابير أساسا ، والحلقات (الورد) اليابية ، والحلقات الحابكة (شكل ١٦٨) .

(ب) تمرين على التجميع :

الأصابع أو محاور الإرتكاز التى لا تركب باللولبة ، تدفع فى الأجزاء المكنية المطلوب تجميعها عادة من جنب واحد . ولحماية فتحة الإصبع أو محور الإرتكاز من التلف ، تستخدم المحاور التى تسمى باسم المحاور المساعدة . وعادة ما يكون قطر المحور المساعد مساويا لقطر الإصبع أو محور الإرتكاز ، وتكون إحدى نهايتيه مستدقة . وعند دفع المحور المساعد خلال الأجزاء المكنية المراد تجميعها ، فإنه يعمل على محاذاتها ، ومن ثم يسهل دفع الإصبع أو محور الإرتكاز مباشرة بعد المحور المساعد (الشكلان ١٦٩ ، ١٧٠) .



شكل ١٦٩ : تركيب محور إرتكاز بدون محـــور مساعد



شكل ١٧٠ : تركيب محور إرتكاز باستعمال محور مساعد

(٣) الأعمدة :

(أ) تعريفها وأشكالها :

الأعمدة هى عناصر مكنية تستخدم لنقل القوى الدوارة (العزوم) . وعلى عكس المحاور أو محاور الإرتكاز ، فإن الأعمدة تتعرض لإجهادات التى عند دورانها ، لذلك فإنها يجب أن تحقق متطلبات معينة . فالأعمدة يجب أن تدور بالشكل الصحيح تماما لتقاوم القوى الواقعة عليها ، كما يجب أن تكون صامدة للالتواء وأن لا تنحرف بأى مقدار ولو كان ضئيلا .

وتتشابه الأعمدة مع المحاور فى أنها قد تكون مستقيمة أو مرفقية مصمتة أو مجوفة وذات جلب أو بدونها . وعلاوة على ذلك تستخدم فى الصناعات الهندسية أعمدة الدوران ذات الوصلة العامة (الجامعة الحركة) ، والأعمدة التلسكوبية والأعمدة المرنة . وتنقسم الأعمدة من ناحية استعمالها إلى أعمدة رئيسية ، وأعمدة تحكية ، وأعمدة مناولة أو توصيل أو إدارة .

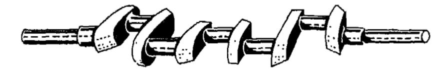
وتبين الأشكال من ١٧١ إلى ١٧٦ أنواع الأعمدة .



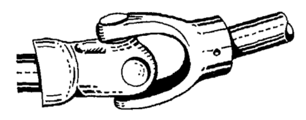
شكل ١٧١ : عمود عادى مستقيم



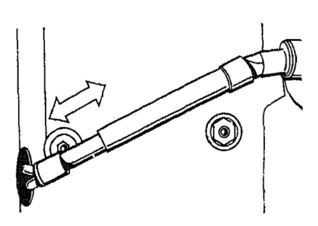
شكل ١٧٢ : عمود بأطواق (حلقات)



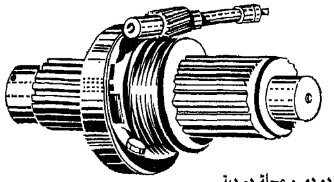
شكل ١٧٣ : عمود مرفق



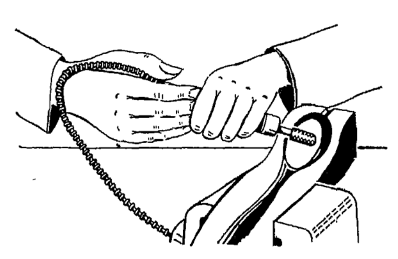
شكل ١٧٤ : عمود إدارة بوصلة جامعة الحركة (وصلة كردان)



شكل ١٧٥ : (a) عمود متداخل (عمود تلسكوبى)



شكل ١٧٥ : (b) عمود مخدد بترس دودى وعجلة دودية



شكل ١٧٦ : عمود قابل للانثناء (مرن)

تمرين على التجميع :

لتركيب الأعمدة ومراجعتها تتبع نفس العمليات الخاصة بالمحاور ومحاور الإرتكاز والأصابع . وهناك مشاكل أخرى تظهر فى أثناء التجميع نتيجة لتعرض الأعمدة للعزوم والقوى الأخرى . وبما أن الأعمدة تنقل القوى ، لذلك يجب بذل عناية خاصة للتأكد من عدم تلف أسطحها أثناء التجميع . وقد تؤدى أثناء طرقات المطرقة أو الخدوش إلى حدوث شروخ دقيقة فى الأعمدة أثناء التشغيل وتكون سببا فى كسرها ، وغالبا ما تصلد مواضع التحميل بالأعمدة عن طريق المعاملات الخاصة بالأسطح (شكل ١٧٧) .

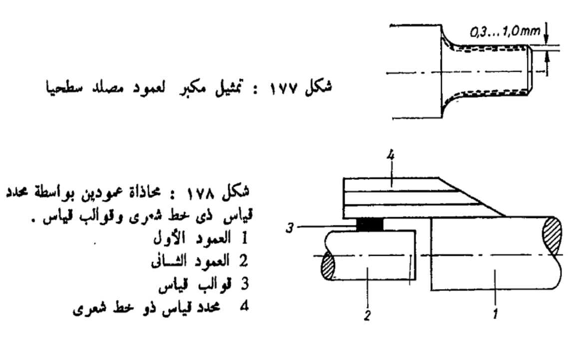
يجب مراجعة الأجزاء المصلدة من الأعمدة وخصوصا فى حالة المكنات التى أمضت مدة طويلة فى التشغيل . ويجب إعادة تصليد هذه الأجزاء إذا تطلب الأمر ذلك .

ويجب مراجعة أى عمود قبل تركيبه للتحقق من دورانه بالشكل الصحيح . وتتم المراجعة بواسطة محدد قياس ذى قرص مدرج (انظر صفحة ٢٥ ، مراجعة الدوران الصحيح للعمود) .

والعمود الذى لا يدور بالشكل الصحيح يحدث إهتزازات متلفة وخصوصا فى السرعات العالية ، التى تعمل على إتلاف محامل العمود ، وقد تتلف أيضا الأجزاء المكنية الأخرى . علاوة على ذلك يصبح التشغيل الدقيق بمكنات الإنتاج فى هذه الحالة أمرا مستحيلا .

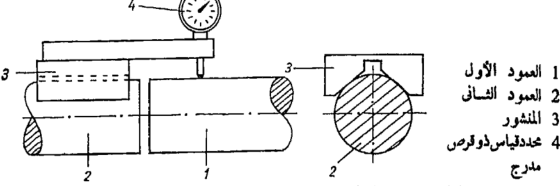
ولقياس المسافة بين الأعمدة ، كذلك التوازية ، يطبق كل ما سبق قوله بالنسبة للمحاور (الاكسات) . وقد توجد فى المكنات المختلفة أعمدة عديدة مستقلة عن بعضها البعض ترتب واحدا تلو الآخر فى الاتجاه المحورى ثم توصل بقارنات . ويجب أن تكون هذه الأعمدة فى خط واحد تماما . ويمكن تحقيق هذه المحاذاة غالبا بضبط محامل العمود أو محاذاتها .

وتستعمل طرق متعددة لمحاذاة عمودين .



شكل ١٧٧ : تمثيل مكبر لعمود مصلد سطحيا

شكل ١٧٨ : محاذاة عمودين بواسطة محدد قياس ذى خط شعرى وقوالب قياس .
1 العمود الأول
2 العمود الثانى
3 قوالب قياس
4 محدد قياس ذو خط شعرى



شكل ١٧٩ : محاذاة عمودين بواسطة ملشور و محدد قياس ذى قرص مدرج

وتوضع قوالب القياس على العمود ذى القطر الأصغر . ويستعمل محدد القياس ذو الشعرة (القـدة) لمراجعة صحة محاذاة العمودين ؛ ويجب إعادة القياس عدة مرات على المحيط (شـكل ١٧٨) .

وبتدوير أحد العمودين يمكن قياس إختلاف المحاذاة بواسطة محدد قياس ذى قرص مدرج ، وإجراء التصحيحات بضبط فتحة محمل العمود أو محاذاتها (شكل ١٧٩) .

(جـ) منع التسرب حول الأعمـــدة :

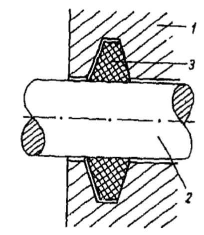
تتعرض محامل الأعمدة للتآكل بسبب الأتربة والجسيمات الغريبة التى تدخل فى المحامل ، خصوصا فى المصانع المشحون هواؤها بالأتربة . ومن كل ١٠٠ محمل أو عمود يتلف حوالى ٧٥ منها نتيجة التراب والأوساخ وتحتاج لإصلاح . وسوف نناقش عمليات الإصلاح هذه فيما بعـد . ولمنع دخول الأتربة والأوساخ فى المحامل ، توضع موانع تسرب على الأعمدة . ويحكم سـد الموضع الذى يدخل فيه العمود الدائر فى حيز يحتوى على سائل . وتعمل موانع التسرب المركبة على العمود على منع تسرب سائل التزييت من بين العمود والمبيت ، كما تعمل على منع الجسيمات الغريبة من التسرب إلى المبيت .

وتنقسم موانع التسرب التى توضع حول العمود إلى مجموعتين رئيسيتين هما : موانع تسرب منزلقة وموانع غير منزلقة .

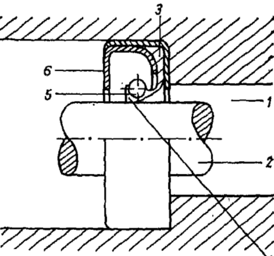
موانع التسرب المنزلقة :

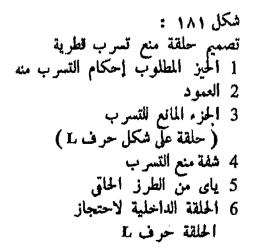
يتكون مانع التسرب فى أبسط أشكاله من حلقة محشوة باللباد توضع فى تجويف بمحمل العمود وتنزلق بحافتها الداخلية على العمود . وتوضع حلقات اللباد فى زيت ساخن قبل تركيبها . ويساعد هذا على تقليل الوقت اللازم لتليينها وتقليل الإحتكاك الحادث بين حلقة الحشو والعمود . ويجب تشحيم الحلقات المحشوة باللباد قبل التركيب النهائى لها (شكل ١٨٠) .

والنوع الثانى من موانع التسرب من العمود هو حلقات منع التسرب القطرية ، وعنصر منع التسرب فيها عبارة عن حلقة على شكل حرف L تنتهى بشفة مرنة من المطاط المقاوم للزيت



شكل ١٨٠ : حلقة بحشو من اللبـاد
١ الحمال (الكرسى) 2 العمود 3 حلقة الحشو




شكل ١٨١ :
تصميم حلقة منع تسرب قطرية
1 الحيز المطلوب إحكام التسرب منه
2 العمود
3 الجزء المانع للتسرب
(حلقة على شكل حرف L)
4 شفة منع التسرب
5 ياى من الطرز الحاق
6 الحلقة الداخلية لاحتجاز
الحلقة حرف L

تعمل على منع التسرب . وتنزلق الحافة الداخلية للشفة المـانعة للتسرب على العمود . وينشأ ضغط التلامس عادة من ياى على شكل حلقة . ويركب مانع التسرب فى المبيت بكبسه فى فتحة محمـل العمود (شكل ١٨١) .

وتركب حلقات منع التسرب القطرية عادة بحيث تضغط الشفة المانعة للتسرب فى الحيز المطلوب منع التسرب منه وذلك عن طريق الياى الحلقى .

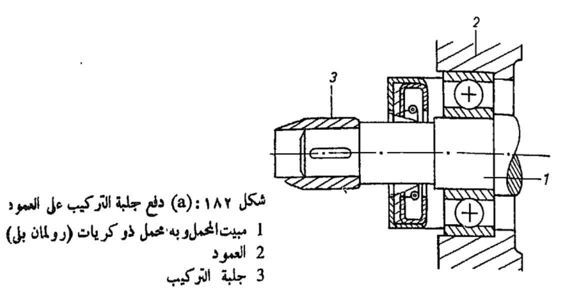
تركيب حلقات منع التسرب القطرية :

المطلـوب :

تركيب مانع تسرب قطرى على عمود متعدد الأكتاف (مدرج) يدور فى محمل مقاوم للاحتكاك .

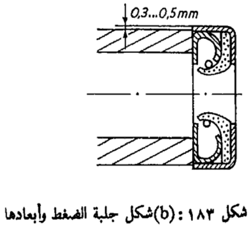
(١) تدفع جلبة التركيب ذات النهاية المستدقة ، على النهاية المتدرجة للعمود . ويجب ألا يتعدى الحد الأقصى للزيادة فى القطر الخارجى لجلبة التركيب على قطر العمود الذى ستوضع عليه حافة منع التسرب ٤,٠م . وتستعمل جلبـة التركيب لحماية حافـة منع التسرب من التلف (شكل ١٨٢) .

(٢) تشحم جميع جوانب جلبة التركيب ، والعمود والفتحة .

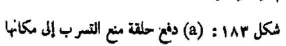


شكل ١٨٢ : (a) دفع جلبة التركيب على العمود
1 مبيت المحمل وبه محمل ذو كريات (رولمان بلى)
2 العمود
3 جلبة التركيب

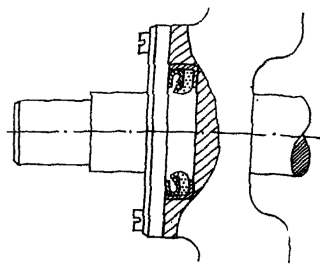
شكل ١٨٢ : شكل جلبة التركيب ومقاسها
1 حافة مشطوفة
2 حافة ملساء
3 قطر جلبة التركيب
4 قطر نهاية العمود
5 قطر العمود الذى تنزلق عليه حلقة منع التسرب



شكل ١٨٣ : (b) شكل جلبة الضغط وأبعادها



شكل ١٨٣ : (a) دفع حلقة منع التسرب إلى مكانها



شكل ١٨٤ : إحكام التركيب بواسطة
لوح مربوط بمسامير ملولبة

(٣) يجب مراجعة النوع الصحيح لحلقة منع التسرب القطرية ، ثم تشحم كلها وتدفع على جلبة التركيب .

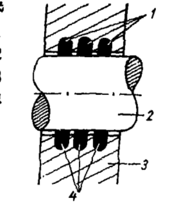
(٤) تكبس حلقة منع التسرب القطرية فى الفتحة المعدة لهذا الغرض فى المحمل ، ويستعان فى ذلك بجلبة دفع . وتستعمل هذه الجلبة لتحقيق التركيب الصحيح لحلقة القطرية فى ثقب المحمل . ويتوزع ضغط الدفع بانتظام على وجه حلقة الحشو كله عن طريق جلبة الدفع (شكل ١٨٣) .

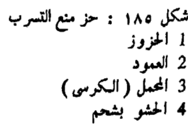
(٥) ويحكم رباط المجموعة فى الغالب بواسطة لوح يثبت بمسامير مقلوظة (شكل ١٨٤) .

ويجب مراعاة النظافة التامة عند تركيب موانع التسرب على العمود ، فقد تتسبب الجسيمات الغريبة فى تلف حوافى منع التسرب ، مما يقلل إلى حد بعيد من عمل حلقة منع التسرب .

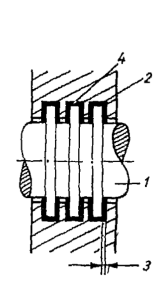
موانع التسرب غير المنزلقة :

تنتج موانع التسرب غير المنزلقة بالتشغيل المكنى لحزوز (مجارى) فى المبيت أو فتحة المحمل ، وقبل التجميع تملأ هذه الحزوز بالشحم . وحلقات الشحم هذه تمنع نفاذ التراب والأوساخ . ويلاحظ أن الخلوص بين مانع التسرب والعمود يجب أن لا يزيد على ٥,٠مم إلى ٧٥,٠مم (الشكلان ١٨٥ ، ١٨٦) .

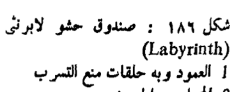




شكل ١٨٥ : حز منع التسرب
1 الحزوز
2 العمود
3 المحمل (الكرسى)
4 الحشو بشحم



شكل ١٨٦ : صندوق حشو لابرنثى
(Labyrinth)



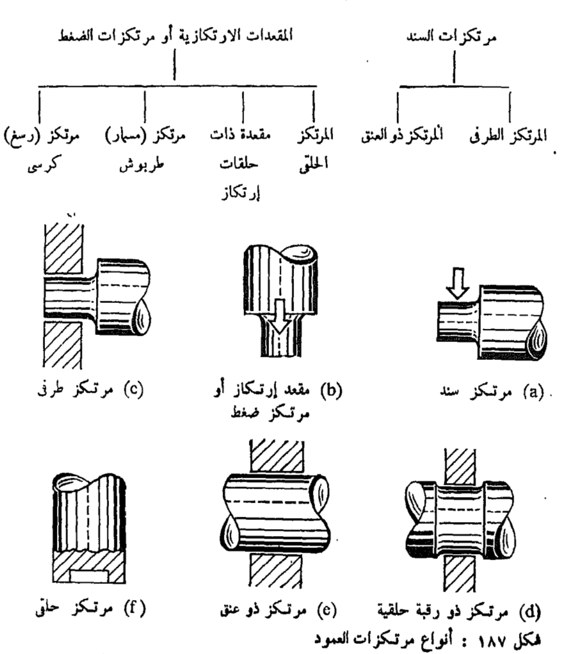
1 العمود وبه حلقات منع التسرب
2 المحمل وبه الحزوز
3 المسافة بين الحلقة والحز (٥,٠ إلى ٧٥,٠مم)
4 الحشو والشحم

٤ – مرتكزات الأعمدة (المقعدات) :

مرتكزات الأعمدة (المقعدات) هى تلك الأجزاء من المحاور أو الأعمدة التى ترتكز على الحامل .

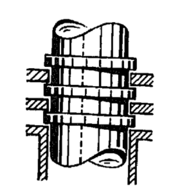
ويمكن التمييز بين مرتكزات الأعمدة وبعضها البعض من وضعها على العمود أو المحور ، أما المرتكز ذو العنق فقد يكون أى جزء من العمود أو المحور ، مثل الجزء الأوسط ، فيما عدا النهايتين (الطرفين) .

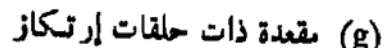
وتبعا لطبيعة القوى التى تؤثر على مرتكزات الأعمدة يطلق على هذه المرتكزات إسم مرتكزات السند أو المقعدات الارتكازية ومرتكزات الضغط . وفيما يلى بيان لأنواع المرتكزات المستخدمة فى الصناعات الهندسية (شكل ١٧٨) .



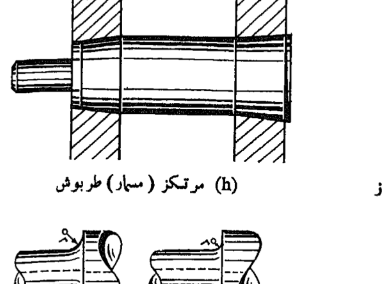
(a) مرتكز سند
(b) مقعد إرتكاز أو مرتكز ضغط
(c) مرتكز طرفى
(d) مرتكز ذو رقبة حلقية
(e) مرتكز ذو عنق
(f) مرتكز حلقى

شكل ١٨٧ : أنواع مرتكزات العمود



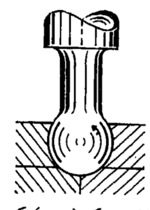


(g) مقعدة ذات حلقات إرتكاز



(h) مرتكز (مسمار) طربوش

شكل ١٨٨ : جزء إنتقالى بين العمود ومرتكز العمود



(i) مرتكز (رسغ) كرى

ويجب أن تكون مرتكزات الأعمدة ذات متانة مناسبة لتتحمل الأحمال والعزوم التى تتعرض لها . وتخضع مرتكزات الأعمدة والمحاور ، وخصوصاً تلك التى تتعرض للسرعات العالية ، لمعاملات خاصة بالسطح مثل التصليد بالنتردة أو الطلاء بالكروم الصلد ، بغرض تحسين جودته . ويجب بذل عناية كبيرة عند تشغيل الجزء الانتقالى بين المرتكزات وجسم العمود . ويأخذ هذا الجزء الانتقالى شكل شطب (شطف) مقعر بنصف قطر معين (شكل ١٨٨) .

وفى أثناء التشغيل المكنى قد تحدث شروخ دقيقة فى الأجزاء الانتقالية تتسبب فى حدوث انكسارات ، وخصوصا فى حالة المرتكزات المصلدة .

ويتوقف الخلوص بين مرتكز العمود والمحمل على المكنة أو على وظيفة المرتكز ، وينبغى تحديده . وعلاوة على ذلك فإن التفاوتات المعطاه فى جداول الازواجات والتوافقات تتحدد بناء على الخلوص بين مرتكز العمود والمحمل . فإذا كان الخلوص بين المرتكز والمحمل شديد الصغر ، فى هذه الحالة تتولد حرارة نتيجة الاحتكاك العالى وبالتالى لا تتمكن مادة التزليق من البقاء بين الأسطح المنزلقة ، فتصبح المحامل جافة . ونتيجة لذلك يلتصق المرتكز بالمحمل . ولتفادى حدوث ذلك ، يجب الالتزام بشدة بالتفاوتات والتوافقات المحددة على الرسم الفنى أو الرسم التخطيطى عند تشغيل مرتكزات الأعمدة مكنيا .

٥ – الحامل (الكراسى) :

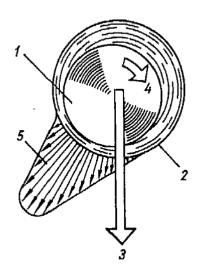
(أ) مبادىء عامة :

تحمل الأجـــزاء المكنية الدوارة مثل طارات السيور ، والعجلات المسننة (التروس) والحدافات . . . الخ على محاور أو أعمدة تستند مرتكزاتها على محامل مناسبة . وتختلف تصميمات المحامل وفقا للغرض من إستخدامها وظروف تشغيلها (كأن تدور الأجزاء المكنية بسرعات عالية أو منخفضة ، أو أن تتميز بدرجة عالية من الدقة أو منخفضة . وتقسم المحامل إلى مجموعتين رئيسيتين ، هما : المحامل البسيطة والمحامل المقاومة للاحتكاك .

وفى حالة المحامل البسيطة العادية ، يتلامس مرتكز العمود تلامسا منزلقا ومباشرا مع سطح المحمل .

أما فى حالة المحامل المقاومة للاحتكاك فترتب الأجسام ذات الأشكال المتباينة التى تسمح بالتلامس الدروجى (كرة – مخروط – اسطوانة) بين المرتكز وسطح المحمل .

ويتوقف اختبار نوع المحمل على سرعة الأسطح المحتكة والحمل المسلط عليها . ويرجع ارتفاع درجة حرارة المحمل إلى الاحتكاك الانزلاقى . فكلما زادت سرعة الأسطح المحتكة ، وبالتالى الاحتكاك الانزلاقى بين المرتكز وسطح المحمل ،زاد ارتفاع درجة حرارة المحمل . ويمكن الحد من ارتفاع درجة الحرارة عن طريق التزليق . ولكفالة التشغيل الصحيح للمحامل ، يجب عند تصميمها العناية بتزويدها بأسطح كبيرة تكفى لتسريب الحرارة منها بشكل فعال وكذلك تزييتها . (شكل ١٨٩) .



شكل ١٨٩ : توزيع الحمل فى محمل عادى بسيط

1 العمود
2 المحمـــل
3 اتجاه الحمل المسلط
4 إتجاه دوران العمود
5 الاتجاه الرئيسى المسلط ، منحنى الحمل

(ب) المحامل البسيطة العادية : ـ .

(١) خصائصها وأنواعها :

تستعمل هذه المحامل أساسا مع الأعمدة ذات سرعات الدوران المنخفضة . وتقسم هذه المحامل فى الواقع بسمة خاصة ، وهى أنها تصمم بأسطح تحميل كبيرة ، لتتحمل الأحمال الكبيرة حتى ولو كانت هذه الأحمال صدمية . لهذا السبب تستعمل المحامل البسيطة العادية فى الغالب فى إنشاء المكنات الثقيلة ، والتوربينات . . . الخ . وتتميز هذه المحامل بميزة أخرى وهى ارتفاع مستوى دقتها وإمكان صنعها بشكل يسمح بضبطها . والمحامل من هذه النوع أقل من المحامل المقاومة للاحتكاك حساسية للجسيمات الغريبة .

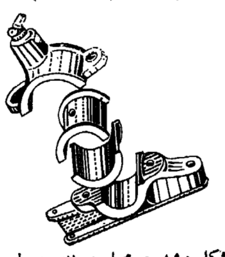
وتعمل المحامل العادية البسيطة دون صوت ، فالطبقة الرقيقة من مادة التزليق الموجودة بين الأسطح الانزلاقية لها القدرة على تخفيض الصوت علاوة على منع الأوساخ من التغلغل . ويمكن التقليل نسبيا من أبعاد هذه المحامل . وعيب المحامل البسيطة العادية هو حاجتها إلى التزييت المستمر ، وإلا التصقت الأسطح المنزلقة بعضها ببعض . والعيب الثانى لها هو أن الاجهادات العالية قد تنشأ نتيجة دوران الأعمدة بشكل غير صحيح فتتسبب فى كسر مرتكز العمود (شكل ١٩٠) .

ويمكن تقسيم المحامل على إختلاف أنواعها طبقا لطريقة تركيبها . أو سمات تصميمها أو إتجاه الحمل المسلط عليها . .

فطبقا لطريقة التركيب تنقسم المحامل إلى كراسى التحميل (شكل ١٩١) ، ومحامل التعليق (شكل ١٩٢) ، والمحامل ذات الشفاه (الفلانشات) (شكل ١٩٣) .

وكراسى التحميل هى أكثر هذه الأنواع استخداما .

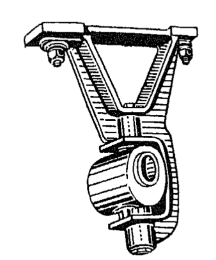
وطبقا لسمات تصميمها ، تنقسم المحامل إلى محامل غير مشقوقة (محامل إرتكاز من قطعة واحدة)(شكل ١٩٤) ، ومحامل مشقوقة (محامل قاعدة أو كرسى تحميل) (شكل ١٩٥) ، ومحامل بجلب ثابتة (شكل ١٩٦) ومحامل بجلب ذاتية المحاذاة (شكل ١٩٧) .



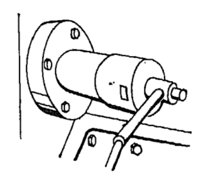
شكل ١٩٠ : محمل عادى بسيط
(الأجزاء مفككة)



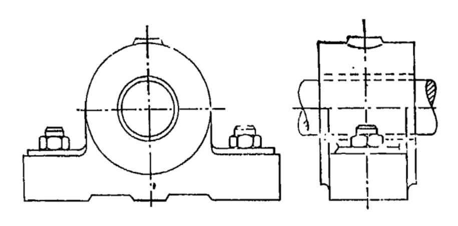
شكل ١٩١ : كرسى تحميل



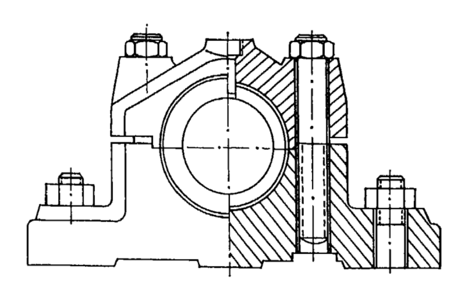
شكل ١٩٢ : محمل تعليق (محمل معلق)



شكل ١٩٣ : محمل بشفة



شكل ١٩٤ : محمل غير مشقوق (محمل ارتكاز من قطعة واحدة)



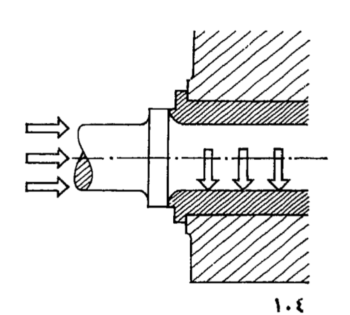
شكل ١٩٥ : محمل مشقوق (كرسى تحميل)

شكل ١٩٦ : محمل بجلب ثابتة

شكل ١٩٧ : محمل بجلب ذاتية المحاذاة

شكل ١٩٨ : محمل قطرى

شكل ١٩٩ : محمل محورى (محمل دفع)



شكل ٢٠٠ : محمل محورى وقطرى معا

ويمكن للمحامل ذات الجلب ذاتية المحاذاة موازنة الانحرافات الصغيرة للأعمدة .

وتنقسم المحامل من حيث إتجاه الحمل المسلط عليها إلى الأنواع الآتية :

– محامل قطرية (شكل ١٩٨) وتعرف كذلك باسم محامل السند . وتسلط الأحمال عليها فى الاتجاه العمودى على محاورها الطولية .

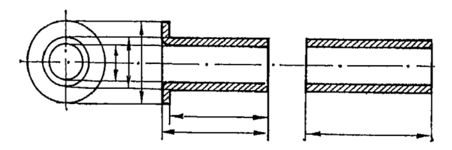
– محامل محورية (شكل ١٩٩) تعرف كذلك باسم محامل الضغط . وهى تصمد للأحمال المحورية والتى تحاول زحزحة المرتكز أو العمود أو المحور عن موضعه فى الاتجاه الطولى .

– محامل محورية وقطرية (شكل ٢٠٠) تصمد لكل من الأحمال المحورية والأحمال القطرية المسلطة على الأعضاء الدائرة .

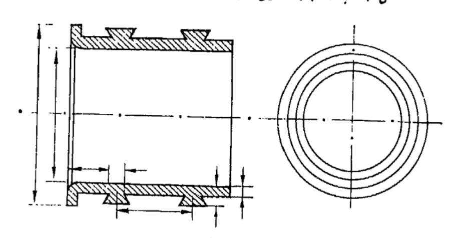
وفى الصناعات الهندسية تستخدم أساسا المحامل القطرية التى ترتب فى وضع أفقى . وتحقق المحامل القطرية إتزانا أكبر مما تحققه محامل الضغط التى لا تعمل إلا كسائد .

(ب) جلب التحميل وأغلفة التحميل القشرية :

تركيب الجلب (فى حالة المحامل غير المشقوقة) وأغلفة التحميل القشرية (فى حالة المحامل المشقوقة) فى فتحات التحميل (الشكلان ٢٠١ ، ٢٠٢) للحصول على خواص مقاومة احتكاك جيدة لمرتكز التحميل .



شكل ٢٠١ : جلبة تحميل وأبعادها



شكل ٢٠٢ : جلبة تحميل قشرية وأبعادها

وتصنع جلب التحميل وأغلفة التحميل القشرية فى معظم الأحيان من مادة مخالفة لتلك المستعملة فى صنع مبيت المحمل . ويجب أن تحقق المواد التى تصنع منها المحامل الاشتراطات الآتية :

(١) يجب أن تكون لهذه المواد خواص مقاومة احتكاك جيدة لتسمح للمرتكز بالانزلاق بسهولة ، وأن تكون مقاومتها للاحتكاك بسيطة ، وألا تسخن بشدة ، وأن يكون معدل تآكلها منخفضا . كما يجب أن تكون مقاومتها للانضغاط ومتانتها وصلادتها عالية .

(٢) فى أثناء التشغيل يجب ألا تكون هذه المواد عرضة للتغيرات الشديدة ، وألا تتم إلا بالقدر اليسير .

(٣) يجب أن تكون لهذه المواد خواص مقاومة إحتكاك متأصلة فى حالة عدم وجود مادة التزليق (التزييت) حتى لا تلتصق (تزرجن) فى الحال . وتسمى هذه الخاصية مقاومة (الزرجنة أو مقاومة التخديش .

(٤) عند تليين المكنة ، يجب على المواد المصنوعة منها محاملها أن تهيئ نفسها جيدا وفقا للمرتكزات الدائرة . وبمعنى آخر يجب أن تتميز هذه المواد باستعدادها الجيد للتوافق مع طبيعة المرتكزات . ولتحقيق هذه الاشتراطات فقد استحدثت سبائك عديدة لصنع المحامل . وتركيب هذه السبائك وخصائصها مشروحة فى قسم المواد من هذا الكتاب .

(ج ج) تمرين على التجميع :

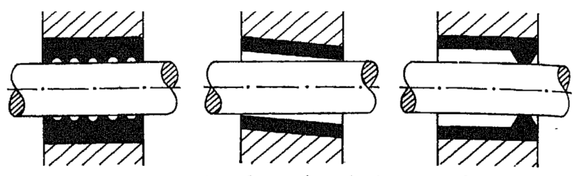
عند تركيب جلب التحميل وأغلفة التحميل القشرية ، يجب الالتزام بشدة بالأبعاد المحددة فى الرسومات الفنية . وفى أثناء التجميع يجب أن لا تتلف أسطح التحميل . وعند تجميع المحامل ، يجب التأكد مرارا من صحة محاذاة فتحات المحامل المصممة لحمل العمود ، ومن ملامسة مرتكزات العمود لجلب التحميل أو أغلفة التحميل القشرية بالطول الكلى لأسطحها الداخلية .

الأخطاء الشائعة عند تركيب المحامل (شكل ٢٠٣) :

(أ) عدم كفاية ملامسة سطح التحميل . ويصعب على سطح التحميل حمل المرتكز بأكمله نتيجة لعلامات الاصطكاك الموجودة عليه . وقد ينشأ بالتالى إحتكاك جاف يسبب تآكل المحمل قبل أوانه .

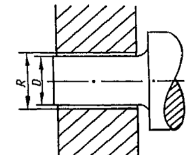
(ب) ميل المحمل بالنسبة لمحور العمود الطولى . ونتيجة لهذا ، يصعب على المرتكز الدوران ، وينشأ إحتكاك شديد ، وتصبح مادة التزليق غير كافية فيسخن المرتكز أكثر من اللازم .

(ج) عدم بذل العناية الكافية عند تركيب المحمل ، فتتفلطح مادة التحميل فى الجانب المدفوعة منه . ونتيجة لهذا ، يعجز المحمل عن التحميل الصحيح للمرتكز ، ولا يصبح المرتكز فى الواقع محمولا إلا على المساحات المفلطحة ، وبذلك يسخن المحمل ويتآكل قبل أوانه .



شكل ٢٠٣ : الأخطاء الشائعة فى تركيب المحامل (الكراسى)

ويجب وجود خلوص معين بين جلبة التحميل أو غلاف التحميل القشرى وبين المرتكز . يتوقف المقدار الفعلى لخلوص المحمل على تزييته ، وعلى سمك جدار سبيكته ، وقطر المرتكز وسرعة الدوران . وتؤثر درجة تشطيب سطح المحمل أو المرتكز على مقدار هذا الخلوص . وقد أظهرت الخبرة أن الخلوص يجب أن ينحصر بين ٠٫٣٪ ، ٠٫٤٪ ، من قطر المرتكز . وإذا لم تحدد أى بيانات فنية خاصة ، فإنه يمكن الاستعانة بالجدول الآتى لاعطاء الخلوص النصف القطرى (شكل ٢٠٤) .



شكل ٢٠٤ : تمثيل تخطيطى للخلوص القطرى

D قطر المرتكز (م)	R الخلوص نصف القطرى (م) ٠٫٣٪	 ٠٫٠٤٪	D قطر المرتكز (م)	R الخلوص نصف القطرى(م) ٠٫٠٣٪	 ٠٫٠٤٪
٥	٠,١٥	,٠٢	٥٠	٠,١٥	٠,٢٠
١٠	,٠٣	,٠٤	٦٠	٠,١٨	٠,٢٤
١٥	,٠٤٥	,٠٦	٧٠	٠,٢١	٠,٢٨
٢٠	,٠٦	,٠٨	٨٠	٠,٢٤	٠,٣٢
٢٥	,٠٧٥	,١٠	٩٠	٠,٢٧	٠,٣٦
٣٠	,٠٩	,١٢	١٠٠	٠,٣٠	٠,٤٠
٣٥	,١٠٥	,١٤	١٢٠	٠,٣٦	٠,٤٨
٤٠	٠,١٢	٠,١٦	١٥٠	٠,٤٥	٠,٦٠
٤٥	٠,١٣٥	,١٨			

والخلوص المحورى أو الجانبى عديم الفائدة بالنسبة للمحامل القطرية . ومع ذلك يجب أن لا يكون الخلوص المحورى شديد الصغر ، وإلا نشأ احتكاك آخر فى جلب التحميل القشرية .

ويجب ، كقاعدة، مراعاة النظافة التامة عند تجميع المحامل . وقبل دفع العمود فى مكانه يجب تنظيف المحامل بوسيلة مناسبة ، مثل إستخدام زيت البرافين . وبناء على صغر خلوص التحميل يصبح واضحا أن أى جسيمات غريبة حتى ولو كانت متناهية الصغر ، قد تسبب التصاق الأجزاء المتزاوجة .

التمرين الأول : تركيب جلب المحامل

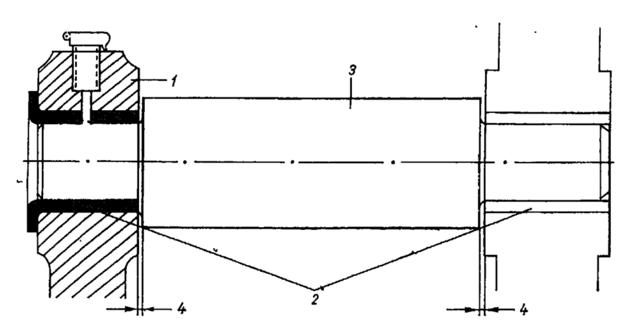
المطلوب :

دفع جلبتين فى مبيتى محملين ومنعهما من الدوران ثم تركيب العمود .

تشطب فتحتا مبيتى المحملين بالمقاس الخارجى لسطحى الجلبتين ،ويجب أن تكون فتحتا الجلبتين مشطبتين إستقرابيا ، وبعد التركيب تشطبان تشطيبا نهائيا (شكل ٢٠٥) .

(١) دفع جلبتى التحميل فى مبيتهما

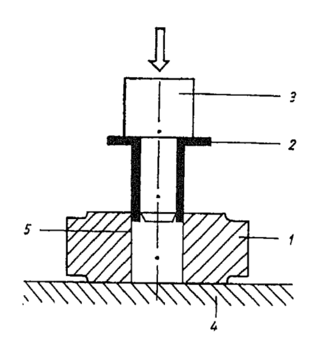
يزال الرايش بعناية من أجزاء المحملين والجلبتين ، وتشحم الأسطح المتزاوجة . ويوضع مبيتا المحملين على مسند ثابت ثم تدفع الجلبتان فى مكانهما بواسطة سنبك مناسب يولج فى فتحة جلبة المحمل – ويجب أن يكون التوافق الناتج توافقا قسريا شديدا (شكل ٢٠٦) .



شكل ٢٠٥ : محمل (كرسى) مجمع

1 الحمـل   3 العمود

2 جلبتا التحميل   4 خلوص التحميل المحورى



شكل ٢٠٦ :
دفع جلب التحميل إلى مكانها
1 المحمـل
2 جلب التحميل
3 السنبك
4 ساند متين
5 سطح الأزواج

(٢) تثبيت الجلبتين

تدفع الجلبتان فى مبيتى المحملين ثم تمنعان من الدوران بواسطة مسمارين ملولبين لكل منهما رأس اسطوانى . ويثقب ثقبا المسمارين الملولبين اللذين يتخللان حلقة الجلبة عند عمل فتحة المحمل .

وفضلا عن تثبيت الجلب بواسطة المسامير الملولبة ذات الرءوس الأسطوانية ، فإنه يمكن أيضا منعهما من الدوران بواسطة الأصابع (البنوز) المستدقة أو الجوايط (شكل ٢٠٧) .

(٣) ثقب ثقبى التزليق :

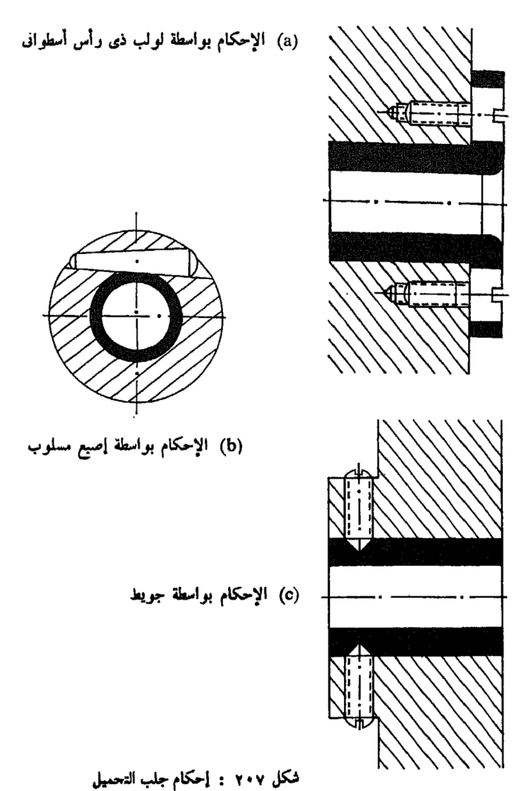
يثقب ثقبان نافذان خلال مبيتى المحملين وجلبتهما بواسطة مثقاب صغير . ثم يوسع الجزء العلوى من كل ثقب بمثقاب ذى مقاس أكبر يكون قطره مساويا للقطر الأصغر لسن قلاووظ حلمة (نبل) التزليق . وبعد ذلك تربط الحلمة (النبل) فى مبيت المحمل للتأكد من صحة تركيبة . وبعد إختبار عمل حلمة (نبل) التزليق ، تفك ويحتفظ بها لحين التجميع النهائى (شكل ٢٠٨) .

(٤) تشطيب فتحتا الجلبتين بالمقاس المطلوب

تبرغل الجلبتان معا بالمقاس النهائى . ويجب فى هذه العملية بذل عناية خاصة للتأكد من أن جودة سطحى الجلبتين قد وصلت إلى المستوى القياسى لها ، وأن الفتحتين محاذيتان لبعضهما البعض وعلى إستقامة واحدة تماما (شكل ٢٠٩) .

(٥) مراجعة الوضع الصحيح للفتحتين

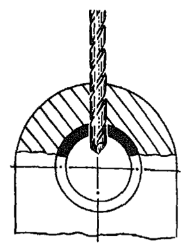
نظرا لأن قطر المرتكزين فى هذا التمرين (شكل ٢٠٥) أقل من قطر العمود ، لذلك يستخدم محدد قياس سدادى لمراجعة الوضع الصحيح للفتحتين . ويوضع محدد القياس السدادى فى كلتا الفتحتين لمراجعة وضع كل منهما بالنسبة للأخرى أو بالنسبة لمربط (مرجع) القياس (شكل ٢١٠)

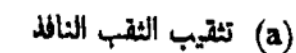


شكل ٢٠٧ : إحكام جلب التحميل

(٦) التجميع النهائى :

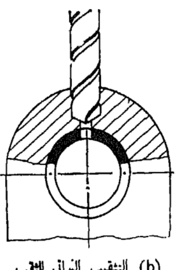
بعد تنظيف جميع الأسطح (أسطح المرتكزات والمحامل) والتفتيش على جميع الأجزاء بعناية ، يركب العمود فى فتحتى المحملين ، ثم يراجع الخلوصان المحورى ونصف القطرى وكذلك خواص مقاومة الاحتكاك (انظر شكل ٢٠٥) .



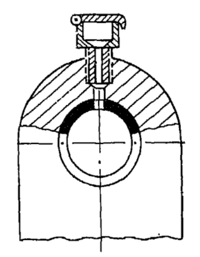


(a) تثقيب الثقب النافذ

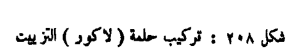




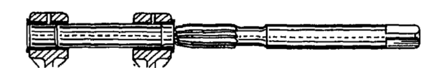
(b) التثقيب النهائى للثقب النـــافذ



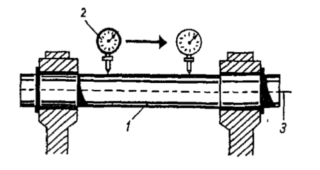
(c) حلمة التزييت وهى مركبة بغرض الإختبار



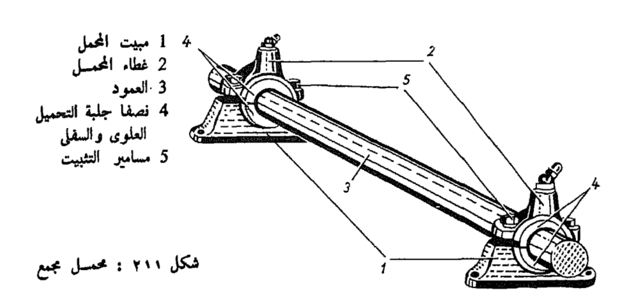
شكل ٢٠٨ : تركيب حلمة (لاكور) التزييت



شكل ٢٠٩ : برغل بشالة دليلية



شكل ٢١٠ :
إختبار الوضع الصحيح للثقوب
1 محدد قياس سدادى
2 محدد قياس ذو قرص مدرج
3 مرجع الإسناد



شكل ٢١١ : محمـل مجمع

التمرين الثانى : تركيب محمل مشقوق :

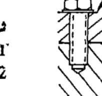
يعتبر تركيب أغلفة التحميل القشرية أكثر تعقيدا من تركيب جلب المحامل . فيجب أن تركب أغلفة التحميل فى مبايت المحامل أولا ، وبعد ذلك تركب المرتكزات .

المطلــوب :

اعادة تركيب عمود فى كراسى تحميل ذات أغلفة تحميل قشرية جديدة مصبوبة من قبل ومشطبة تشطيبا إستقرابيا . هذه الأغلفة القشرية مزودة بثقوب تزييت . وتوجد بأغطية كراسى التحميل مشغلة مكنيا (شكل ٢١١) .

(١) ضغط أغلفة التحميل القشرية فى المبايت :

تبدأ العملية بضغط أغلفة التحميل القشرية فى مبايتها مع العناية بتطابق ثقوب التزييت مع مجارى التزييت . وهناك عامل آخر مهم وهو التأكد من الارتفاع الصحيح للجزءين المتقابلين من المحمل المشقوق . فإذا كان ارتفاع هذين الجزءين المكونين لمحمل شديد الكبر فإنهما قد يتشوهان عند إحكام رباط غطاء المحمل . وإذا كانت أغلفة التحميل القشرية مزودة ببروزات تمنعها من الدوران ، فيجب التأكد من صحة تركيب هذه البروزات فى التجاويف الموجودة بالمبايت (شكل ٢١٢) .



شكل ٢١٢ : تشوه شكل نصفى جلبة التحميل فى المبيت
1 المبيت 3 نصفا جلبة التحميل
2 غطاء التحميل العلوى والسفلى

(a) كشط اللقمة بواسطة مكشطة ملعقة (رشكتة ملعقة)



(b) نموذج التلامس التحميلى
(٢٥ × ٢٥ مم)
1 النقط العالية (مواضع التحميل) وهى التى أزيل منها الحبر (مادة الإظهار)
2 النقط المنخفضة وهى التى لا يصل إليها الحبر
3 النقط المتوسطة حيث يتجمع بها الحبر

شكل ٢١٣ : توفيق لقمة المحمل مع مرتكز العمود

٢ – تجهيز فتحات مرتكزات الأعمدة

يوصى باستخدام عدد التشطيب المتناهية الدقة لإجراء عمليات الثقب أو الخراطة أو التجليخ لجلب التحميل القشرية المركبة فى المبيت والمثبتة بإحكام بواسطة أغطية المحامل . وفى هذه الحالات التى يصعب فيها التشطيب الدقيق يجب تشطيب أغلفة التحميل القشرية – التى شغلت من قبل تشغيلا إستقرابيا بالخراطة الاستقرابية مثلا بواسطة مكاشط (راشكتات) على شكل ملعقة . وتعلم المواضع المرتفعةعلى السطح الداخلى للأغلفةالقشرية بواسطة الحبر ، وتزال بكشطها بمكشطة (راشكتة) يدوية على شكل ملعقة . ويحتاج هذا العمل إلى مهارة عالية . ويبدأ العمل بدهان محدد القياس السدادى بالحبر ، ثم إيلاجه فى الفتحة وإدارته بعناية فيترك الحبر علامات فى الفتحة . وبعد فك المحمل تكشط مواضع التحميل البارزة (العالية) من كل غلاف من أغلفة التحميل القشرية بواسطة مكشطة يدوية على شكل ملعقة . ثم يعاد تجميع المحمل فى نفس الوضع . ويعاد تحديد المواضع العالية فى الفتحة بواسطة الحبر الموجود على محدد القياس . وبالتالى يفك المحمل مرة ثانية وتزال هذه المواضع بالكشط . ويتكرر هذا العمل حتى يظهر سطح التحميل بعلامات تحميل مناسبة .

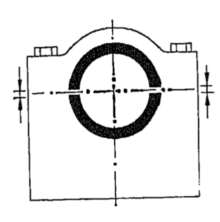
وتؤخذ من السطح مساحة مقدارها ٢٥ × ٢٥ مم كمرجع لإيجاد عدد علامات التحميل المطلوبة لسطح احتكاك مرض . ويجب أن تكون بالأسطح المحتكة ذات الدقة المقبولة من ٨ إلى ١٠ علامات تحميل فى هذه المساحة . وفى هذه الحالة يكون سطح التحميل الفعلى فى المحمل مثلا حوالى ٦٠٪ من مساحة السطح الكلى . ويزداد سطح التحميل الفعلى بعد تليين العمود فى المحمل بشرط أن تكون سبيكة المحمل مطابقة للمواصفات . وبعد تشطيب الفتحة ، يجب تعليم الغلاف القشرى العلوى والسفلى لكل محمل لتمييزهما والتعرف عليهما . ويمكن وضع علامة التمييز على أوجه نهايات أغلفة التحميل القشرية (شكل ٢١٣) .

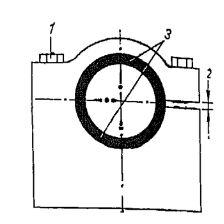
٣ – الشد الابتدائى فى أغلفة التحميل القشرية

إذا فك رباط أحد جانبى الغطاء قليلا ، فيجب أن تظهر ثغرة هوائية صغيرة بين جزءى التحميل . ويتوقف اتساع هذه الثغرة على مقاس المحمل ، ويقدر بأجزاء من عشرة من المليمتر ، وهو يدل من جهة على أن إنضغاط أوجه نهايات أغلفة التحميل القشرية فى مقابلة بعضها البعض نتيجة لإحكام الغطاء فى المبيت عن طريق المسامير بحيث تظل الأغلفة ثابتة فى المبيت ، كما يدل من جهة أخرى على أن ضغط التلامس ليس كبيرا بالشكل الذى يشوه الأوجه المتاخمة لأغلفة التحميل القشرية . وإذا تعذر الحصول على الشد الابتدائى اللازم ، فى هذه الحالة يجب خلع غلاف التحميل القشرى الموجود فى الغطاء وإعادة تجليخ هذا الغطاء . أما إذا ثبت أن الشد الابتدائى عال ، فيجب إعادة تشطيب أوجه نهايات أغلفة التحميل القشرية (شكل ٢١٤) .

٤ – ضبط خلوص المحمل :

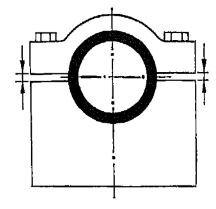
الضبط الصحيح لخلوص المحمل هو أحد العوامل الضرورية للدوران الصحيح لمرتكزات العمود فى محاملها . وبعد تركيب العمود فى محامله تربط الأغطية بإحكام فى مواضعها .





(b) الشد الابتدائى غير كاف

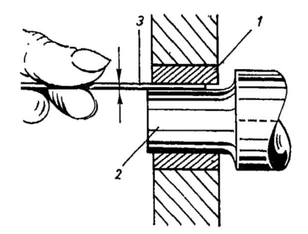
(a) الشد الابتدائى الصحيح
1 لولب يحكم الربط 2 ثغرة هوائية
3 نصفا جلبة التحميل العلوى والسفلى



(c) الشد الابتدائى أكثر من اللازم

شكل ٢١٤ :
ضبط الشد الابتدائى فى نصفى جلبة التحميل

ثم يولج المجس المطابق للمقاس المطلوب لخلوص المحمل فى الثغرة بين مرتكز العمود وبين غلاف التحميل القشرى . فإذا أولج المجس وظهرت مقاومة بسيطة لحركة العمود عند إدارته باليد ، فحينئذ يكون الخلوص مطابقا للمطلوب . أما إذا أدار العمود بسهولة . فى هذه الحالة يكون الخلوص أزيد من اللازم ، ومن ثم يجب إعادة تشطيب غطاء المحمل وغلاف التحميل القشرى (شكل ٢١٥) .



شكل ٢١٥ : ضبط خلوص التحميل
1 جلب التحميل
2 مرتكز العمود
3 مجس (محدد قياس تحسسى)

٥ – التجميع النهائى :

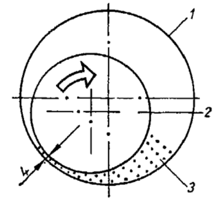
بعد الانتهـــاء من الإجراءاتالسابقة بالتسلسل المذكور يفك المحمل مرة أخرى ، وتنظف جميع الأجزاء بعناية وتراجع . وبعد ذلك تجمع الأجزاء نهائيا مع مراعاة منتهى الدقة والنظافة (عدم وجود رايش بالحوافى ، وأسطح تامة النظافة ، وعدم اختلاف أغلفة التحميل القشرية) وفى النهاية تراجع الأجزاء المكنية المجمعة من حيث سلامة الدوران وصحته ، وصحة خلوص المحمل ، وكذلك من حيث مطابقة الأبعاد لتلك الأبعاد المحددة .

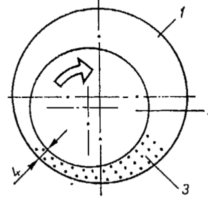
(دد) التزليق (التزييت) :

يجب أن لا تزيد درجة حرارة المحامل فى أثناء التشغيل على درجة حرارة الماء الفاتر . ولا يمكن تحقيق ذلك إلا فى وجود تزليق (تزييت) كاف ، فضلا عن التركيب الصحيح لمرتكزات العمود فى محاملها ، وعلى الأخص فى المحامل البسيطة العادية . وتكون مادة التزليق طبقة رقيقة على المرتكز الدائر . ومع زيادة سرعة الدوران يصل ضغط مادة التزليق الناشئ فى خلوص المحمل إلى القدر الذى ينعدم معه التلامس المباشر بين معدن مرتكز العمود وبين أغلفة التحميل القشرية . ويصبح المرتكز طافيا على طبقة الزيت الرقيقة . لذلك يسمى الاحتكاك فى فى هذه الحالة الاحتكاك المائع (شكل ٢١٦) .

(هه) نظم التزليق :

هناك نظم متعددة لتوصيل مواد التزليق إلى الأجزاء المطلوب تزليقها . فالمكنات الحديثة تزود عادة بوسائل تزليق أتوماتية تعمل على توصيل مادة التزليق إلى كل محمل عن طريق مضخة وخطوط مواسير مناسبة . وعند إصلاح مثل هذه المكنات يجب التفتيش على المحامل للتأكد من عدمانسداد خطوط المواسير . وفى التصميمات القديمة للمكنات كان التزليقبالنسبة للمحامل ومواضع التزليق الأخرى كل منها على حدة .



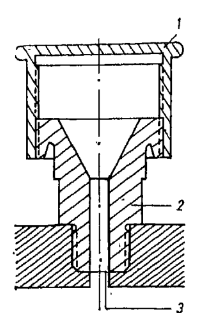


(a) وضع مرتكزالعمود عندالسرعةالمنخفضة (b) وضع مرتكز العمود عند السرعة العالية

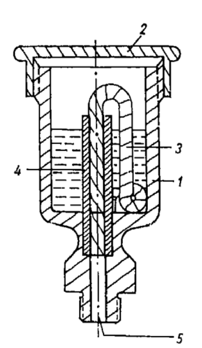
1 المحمــل 3 طبقة التزييت

2 العمود 4 أرق منطقة فى طبقة التزييت الرقيقة

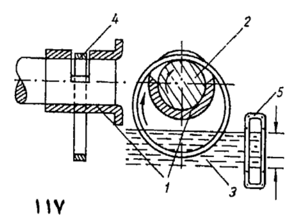
شكل ٢١٦ : أوضاع مرتكز العمود فى حالة الاحتكاك الزلق



شكل ٢١٧ : قدح (كأس) الشحم
1 القدح (الكأس) 2 الجزء الأسفل 3 الثقب



شكل ٢١٨ : فتيلة التزييت
1 وعاءالزيت 4 ماسورة الفائض
2 الغطاء 5 الثقب
3 الفتيلة



شكل ٢١٩ : محمل بحلقة تزييت
1 الجزء الأسفل لمبيت المحمل
2 العمــود
3 مجمع الزيت
4 حلقات سائبة على العمود
5 زجاجة رؤية الزيت

قدح الشحم (شكل٢١٧) . يملأ القدح بالشحم ، ويربط الغطاء بالجزء الأسفل (القدح) ينضغط الشحم فيندفع من خلال الثقب إلى المحمل .

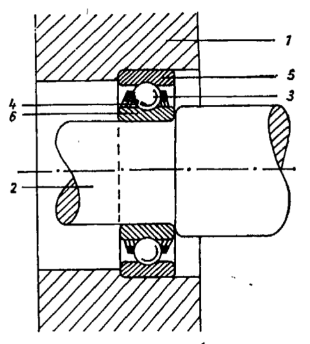
التزليق بالفتيلة (شكل ٢١٨) . وفيه تمتص الفتيلة الزيت من وعاء الزيت الممتلىء ثم توصله إلى المحمل من خلال ماسورة الفائض المركبة فى الثقب .

تزليق المحمل بالحلقة (شكل ٢١٩) . تتحرك الحلقة المركبة على العمود بحرية ، والجزء الأسفل منها مغمور فى زيت التزليق . وعند دوران العمود تلف الحلقة حوله ببطء ، فيكشط العمود الزيت الملتصق بالحلقة ليسرى فى الثغرة الموجودة بين غلاف التحميل وبين المرتكز . ويجب مراجعة مستوى الزيت من خلال مبين الزيت الزجاجى . ويتميز نظام التزليق بالحلقة بالكفاءة إذا كانت سرعة العمود بين ١٠ و ٦٠٠٠ لفة فى الدقيقة .

(ج) المحامل المقاومة للاحتكاك

(أ) مقارنة بين المحامل البسيطة العادية والمحامل المقاومة للاحتكاك .

تستعمل المحامل المقاومة للاحتكاك ، مثل المحامل البسيطة العادية ، لحمل المحاور والأعمدة أو توجيهها أو سندها ، وتشتمل المحامل المقاومة للاحتكاك على أجسام دحروجية ترتب بين المرتكز وبين مبيت المحمل (شكل ٢٢٠) .



شكل ٢٢٠ : أجزاء المحمل المقاوم للاحتكاك

1 مبيت المحمل — 4 قفص الكريات (البلى)
2 مرتكز العمود — 5 مدرجة الكريات الخارجية
3 العناصر الدروجية(البلى) — 6 مدرجة الكريات الداخلية

مقارنة بين مزايا وعيوب المحامل البسيطة العادية
والمحامل المقاومة للاحتكاك

	المحامل البسيطة العادية	المحامل المقاومة للاحتكاك
المزايا	هادئة فى تشغيلها وعديمة الاهتزاز ، ويتوقف ذلك على المادة والتصميم وهى تحقق الدوران الصحيح ، وقليلة الحساسية للصدمات والأحمال الزائدة بصفة مؤقتة كما أنها قليلة الحساسية للتلف بسبب الأجسام الغريبة ، ويمكن عمل تصميمات لمحامل مقاومة للتآكل والأحماض ، كما أنها تسمح بعمل محامل بأقل المقاسات ، وتكاليف إنتاجها منخفضة (يمكن عملها فى أى ورشة إصلاح) .	ينخفض معامل الاحتكاك فيها بمقدار ٢/١ . يتوقف معامل الاحتكاك فى النطاقات الصغيرة والمتوسطة على السرعة أو الحمل أو الحرارة ، والاحتكاك فيها صغير عند بدء الحركة ، وفيها تقل الحاجة إلى التزليق وهى تتميز بسهولة الصيانة وأبعادها القياسية تحقق التبادلية ، ويمكن حفظ قطع الغيار منها بدون أى صعوبة ولا يستطيع صنعها إلا المنتجون المتخصصون ، وهى يمكن أن تعمل بدون توقف .
العيوب	يجب المحافظة على تزليقها ، ويتوقف معامل الاحتكاك فيها على السرعة والحمل والحرارة ، ومعامل الاحتكاك فيها أكبر منه فى المحامل المقاومة للاحتكاك ، وهى صعبة التبادلية ؛ ولا يوصى بحفظ مخزون منها . وهى تتطلب فترات توقف طويلة .	تتطلب دقة هندسية كبيرة ودرجة تشطيب عالية للسطح المراد تركيبه ومساحة التحميل ، وهى شديدة الحساسية وتتلف بسبب المواد الغريبة كما أنها سريعة التأثر بالصدمات ، ولا يمكن تحاشى الصوت الصادر منها ، وامكانيات تركيبها محدودة باعتبارات التصميم . ولا يمكن تصنيعها إلا فى المصانع المتخصصة .
سرعة الدوران	إذا كانت المواد مناسبة (مثل سبائك «بابت» أو سبائك المعدن الأبيض وسبائك البرونز والرصاص ، فإنه يمكن الحصول على سرعات عالية بشرط أن تكون الأسطح الاحتكاكية للأعمدة والجلب فى منتهى الدقة والملاسة ، ومزلقة بعناية .	تناسب بصفة خاصة السرعات العالية مع أقل تزليق .
عمر الاستخدام	محدود بالاجهادات وخواص المادة المستعملة ، وهو غير محدود فى الحالة المثالية . ويمكن موازنة التآكل بوسائل الضبط .	محدود بالكلال والتآكل الذى يحدث للمادة المستعملة .

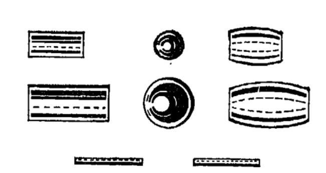
(ب ب) تصميم المحامل المقاومة للاحتكاك :

تتكون المحامل المقاومة للاحتكاك عموما من العناصر الدروجية (الدحروجات) والمدرجات والقفص . وتحيط المدرجات بالعناصر الدروجية . وهناك أنواع مختلفة من العناصر الدروجية يتوقف استخدامها على الحمل وسرعة الدوران ، ونوع المكنة ...إلخ (شكل ٢٢١) .

وتصنع العناصر الدروجية من الصلب الكروى أو الصلب النيكلى الكروى بحيث تكون أسطحها مجلخة ومصقولة .

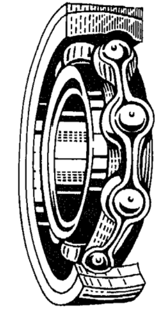
ولكفالة التركيب الصحيح للعناصر الدروجية ، فإنها تحجز فى أقفاص . وهذا يحقق التباعد المتساوى بين العناصر الدروجية والعمل الصحيح المتقن للمحمل المقاوم للاحتكاك . ويصنع القفص عادة من ألواح النحاس الأصفر ، أو ألواح الصلب ، والسبائك الخفيفة أو اللدائن (البلاستيك) (شكل ٢٢٢) .

وتحتجز العناصر الدروجية والقفص بين المدرجين الخارجى والداخلى. وتصنع المدرجات من الصلب الكروى ذى المرتبة العالية أو الصلب النيكلى الكروى،ثم تصلد،وبعد ذلك تجلخ وتصقل. وتزود المدرجات الخارجية والداخلية بتجاويف أو مجارى تعمل كدليل لتوجيه العناصر الدروجية . وفى الصناعات الهندسية يفضل استخدام المحامل ذات الكريات (رولمانات البلى) .



شكل ٢٢١ : أنواع العناصر الدروجية

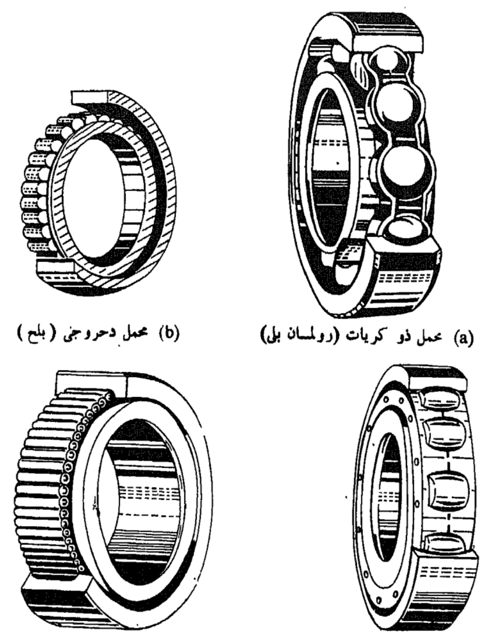
(a) كرة
(b) دحروج أسطوانى
(c) دحروج برميلى
(d) دحروج إبرى



شكل ٢٢٢ : قفص الكرة

(جـ) أنواع المحامل المقاومة للاحتكاك

تصنف المحامل المقاومة للاحتكاك بطرق متعددة تختلف باختلاف وجهات النظر . فإذا صنعت المحامل المقاومة للاحتكاك طبقا لشكل العنصر الدروجى ، فإنه يمكن الحصول على الأنواع المبينة فى شكل ٢٢٣ .



(a) محمل ذو كريات (رولمان بلى)

(b) محمل دحروجى (بلح)

(c) محمل برميلى

(d) محمل إبرى

شكل ٢٢٣ : قسمة المحامل المقاومة للاحتكاك بالنسبة لشكل عناصرها الدروجية

وإذا صنعت المحامل المقاومة للاحتكاك ، طبقا لاتجاه الحمل المستخدم فإنه يمكن الحصول على ما يأتى :

إذا استخدم الحمل عموديا على المحور الطولى ، سمى هذا النوع من المحامل باسم « محمل قطرى » (شكل ٢٢٤) .

وإذا استخدم الحمل فى اتجاه المحور الطولى ، سمى هذا النوع من المحامل باسم « محمل محورى أو محمل ضغط » (شكل ٢٢٥) .

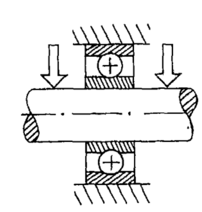
وهناك سمة أخرى للتميز بين هذه الأصناف ، وهى طريقة تحميل العناصر الدروجية (الأشكال من ٢٢٦ إلى ٢٢٩) .

وهناك ميزة ملحوظة تميز المحامل المقاومة للاحتكاك من المحامل البسيطة العادية ، وهى أنه يمكن تجميعها بتكاليف أقل من تكاليف جميع المحامل البسيطة العادية .

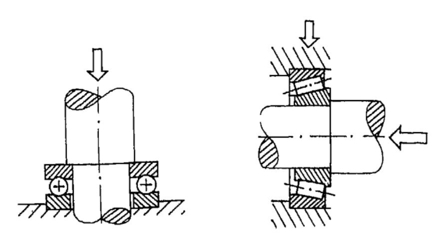
والاحتكاك فى المحامل المقاومة للاحتكاك أقل منه فى المحامل البسيطة العادية ، فهو يبلغ حوالى $\frac{1}{10}$ الاحتكاك فيها . ولا تحتاج المحامل المقاومة للاحتكاك لنفس أعمال الصيانة المطلوبة للمحامل البسيطة العادية ، خصوصا من ناحية تزليقها . وتبعا لظروف تشغيل المحامل المقاومة للاحتكاك ، فإنه يكفى فى معظم الحالات تشحيمها كل عدة أشهر . وعلى أية حال فالمحامل المقاومة للاحتكاك حساسة للصدمات والتركيب المائل للمرتكزات .

وعمر استخدام المحامل المقاومة للاحتكاك قصير ، على العكس من المحامل البسيطة العادية . ومساحة التلامس بين مجرى الدروج وبين العناصر الدروجية صغيرة . لذلك تتآكل المحامل المقاومة للاحتكاك باستمرار نتيجة للأحمال الكبيرة ، والسرعات العالية والحرارة المرتفعة (٢٠٠ م على الأكثر) ومن ثم يحدث كلال المادة . مثال ذلك ، تقشر أو انفصال سطح مجارى الدروج.

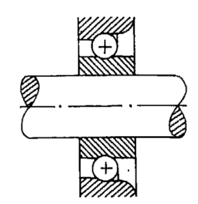
وبمهارة معينة يمكن التمييز بين المحامل المقاومة للاحتكاك التى تعمل بالشكل الصحيح وبين تلك المحامل المعيبة . فصوت الاصطكاك (الخشخشة) سواء كان منتظما أو غير منتظم ، يدل على وجود رايش أو رمل أو أى مواد أخرى غريبة فى المحمل . وصوت الدق الشديد يدل عادة على وجود تراب فى المحمل . وصوت الاحتكاك غير المنتظم يدل على وجود عيب فى العناصر الدروجية نتيجة وجود ذرات غريبة ورايش خشن فى مجرى الدروج . وصوت الصفير يدل على عدم كفاية التزليق أما الصوت المعدنى الذى قد يزداد بحيث يصل إلى ما يشبه صوت الصريخ فيدل على أن خلوص المحمل غير كاف (شكل ٢٣٠) .



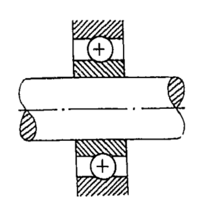
شكل ٢٢٤ : الحمل القطرى — تبين الأسهم إتجاه الحمل المسلط



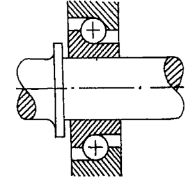
شكل ٢٢٥ : المحمل المحورى – تبين الأسهم إتجاه الحمل المسلط



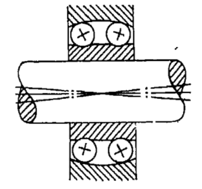
شكل ٢٢٦ : محمل ذو كريات قابل للانفصال



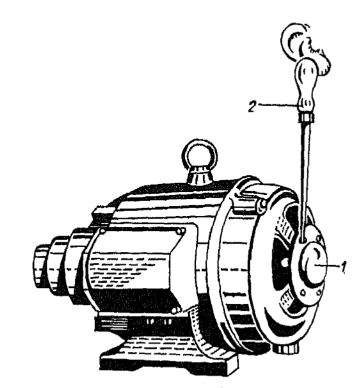
شكل ٢٢٧: محمل ذو كريات وبه حزوز (مجارى الكريات)



شكل ٢٢٨ : محمل كريات ذو تلامس زاوى



شكل ٢٢٩ : محمل ذو كريات ذاتى المحاذاة



شكل ٢٣٠ :
مراجعة المحمل المقاوم للاحتكاك
لتشغيله بدون صوت

(ب ب) تمرين على التجميع :

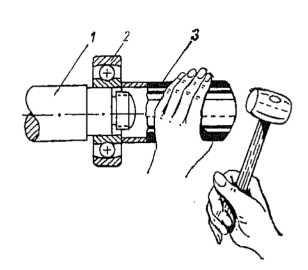
تصنع المحامل المقاومة للاحتكاك بمعرفة المنتجين المتخصصين فى هذا النوع من الإنتاج وتورد بهيئتها الجاهزة للتجميع . وتخضع الأبعاد الداخلية والخارجية للمحامل المقاومة للاحتكاك لتفاوتات معينة . ويجب أن يشطب المحمل والمرتكز ليطابق تفاوتات التركيب . وفى حالة استعمال المحامل ذات الكريات (رولمانات البلى) المألوفة ، يجب أن يركب المرتكز فى الحلقة الداخلية للمحمل بتوافق إحكام ، فى حين تركب الحلقة الخارجية فى المبيت بتوافق إحكام كذلك . وينبغى الوفاء بمتطلبات الدقة المتعلقة بشكل مساحات الارتكاز (مبيت المحمل) ومرتكزات العمود وأبعادها ودرجة تشطيبها .

ومن الأهمية بمكان العناية بالنظافة قبل التجميع وفى أثنائه ، وتنظيف المرتكزات ومبيت المحمل بواسطة زيت البرافين أو بترول مناسب . ويجب أن يزال ورق تغليف محامل الكريات قبل تجميعها مباشرة .

تركيب المحامل المقاومة للاحتكاك :

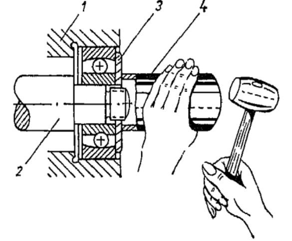
لدفع المحمل المقاوم للاحتكاك على المرتكز تستعمل بمثابة سنبك قطعة من ماسورة قطرها مساو لقطر الحلقة الداخلية للمحمل المقاوم للاحتكاك تقريبا . ويدفع المحمل فى وضعه النهائى بعدة طرقات خفيفة (شكل ٢٣١) .

وإذا أريد دفع المحمل ذى الكريات (رولمان بلى) على المرتكز ومعه مبيت المحمل فى نفس الوقت فى هذه الحالة يجب أن يدفع كل من مدرجى الكريات الخارجى والداخلى فى نفس الوقت . ويوصى بوضع قرص على المحمل المقاوم للاحتكاك لدفع المحمل فى مكانه بواسطة قطعة الماسورة السابق ذكرها (شكل ٢٣٢) .



شكل ٢٣١ : دفع المحمل المقاوم للاحتكاك
على مرتكز العمود

1 العمود ذو المرتكز
2 المحمل ذو الكريات (رولمان بلى)
3 قطعة من الماسورة



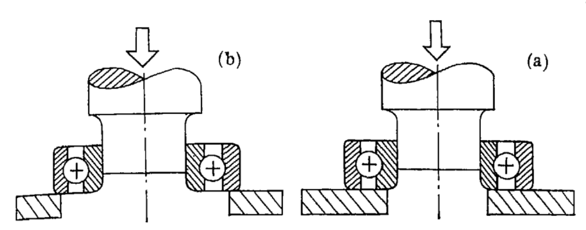
شكل ٢٣٢ :
تبين هذه الطريقة كيفية دفع المحمل
المقاوم للاحتكاك على مرتكز
العمود ومبيت المحمل فى وقت واحد

1 مبيت المحمل　　3 قرص عدل
2 العمود　　4 قطعة من ماسورة

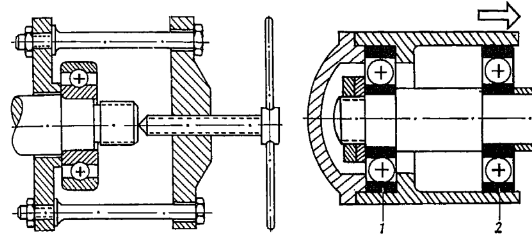
وتستعمل طريقة التركيب السابق ذكرها إذا كان عمود المكنة مركبا فعلا . أما فى الحالات التى يدفع فيها المحمل ذو الكريات على مرتكز العمود قبل التجميع النهائى ، فيوضع المحمل على مسند ثابت ثم يدفع المرتكز فى وضع عمودى . وفى هذه الحالة يجب التأكد من التلامس التام بين المسند وبين كل من المدرجين الخارجى والداخلى ، وإلا تلف المحمل المقاوم للاحتكاك (شكل ٢٣٣) .

ويستفاد من الاختلاف فى درجات الحرارة . فى تركيب المحامل ذات الكريات كما هى الحال فى تركيب أى جزء مكنى على محور بطريقة الانكماش (انظر باب المحاور) . لذلك تسخن المحامل فى حمام زيتى درجة حرارته من ٧٠° إلى ٨٠° م ، وبعد إخراجها منه تركب مباشرة على المرتكزات . ونظرا لارتفاع درجة الحرارة فإن المحمل المقاوم للاحتكاك يتمدد بمقدار معين يكفى لدفعه على مرتكز العمود بسهولة كبيرة ، وبعد أن يبرد يتم الحصول على توافق الإحكام المطلوب على العمود .

وفى حالات كثيرة يزود العمود الواحد بعدة محامل مقاومة للاحتكاك . وفى هذه الحالة يركب محمل واحد منها فقط بثبات فى مبيته . بينما ترتب المحامل الأخرى بطريقة تسمح للعمود



شكل ٢٣٣ : دفع مرتكز العمود إلى مكانه
(a) الطريقة الصحيحة (b) الطريقة الخاطئة



شكل ٢٣٤ : المحامل ذات الكريات، الثابتة والسائبة
1 المحمل ذو الكريات الثابت
2 المحمل ذو الكريات السائب

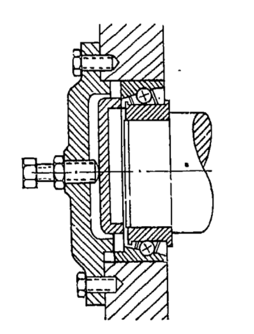
شكل ٢٣٥ : منزعة (زرجينة) محمل مقاوم للاحتكام مركبة على مرتكز العمود

بالحركة فى الاتجاه الطولى عندما ترتفع درجة حرارته . ويتم هذا بضبط أبعاد فتحات المبيت وفقا له .

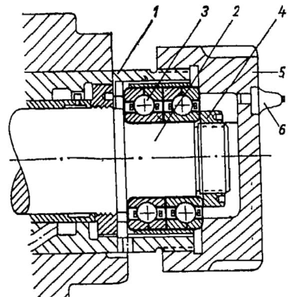
ويعمل المحمل الثانى ، ويسمى المحمل السائب ، على موازنة أى نقص فى دقة التشغيل . ويسمى هذان النوعان من المحامل باسم « المحامل الثابتة » و « المحامل السائبة » (شكل ٢٣٤) .

وتستعمل موانع التسرب (التى سبق شرحها فى باب الأعمدة) لحماية المحامل ذات الكريات من التراب والأوساخ .

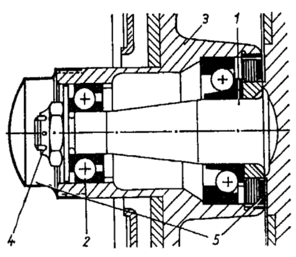
وتتطلب عمليات الصيانة ، خلع المحامل المقاومة للاحتكاك بكثرة . وهذا يتطلب بدوره بذل عناية مماثلة لتلك المبذولة عند التركيب .



شكل ٢٣٦ :
منزعة (زرجينة) محمل مقاوم للاحتكاك
مركبة على مبيتة المحمل



شكل ٢٣٧ : عمود إدارة ذو سرعة عالية
مركب على محامل ذات كريات
1 المبيت
2 مرتكز العمود
3 محامل ذات كريات مرتبة بجانب بعضها البعض
4 حلقة زنق لإحكام المحامل على مرتكز العمود
5 غطاء واق
6 حلمة (لاكور) التزييت



شكل ٢٣٨ : محمل العجلة الأمامية بعربة نقل (لورى)
1 المحور
2 محمل بكريات وتلامس زاوى
3 العجلة
4 صمولة ذات رقبة
5 حافظة لمنع الأتربة

وهناك عدة طرق لخلع الحامل المقاومة للاحتكاك باستخدام وسائل جذب مختلفة .

ويبين كل من الشكلين ٢٣٥ ، ٢٣٦ وسيلة خلع تعرف باسم ترتيبة الإخراج (زرجينة) .

كما يبين الشكلان ٢٣٧ ، ٢٣٨ بعض طرق تجميع الحامل المقاومة للاحتكاك وترتيبها .

٦ – القارنات والقوابض :

(أ) عملهـا :

تستخدم القارنات والقوابض لتوصيل نهاية الأعمدة ببعضها البعض . وهى تنقل عزوم اللى . وبهذه الكيفية فإنه يمكن مثلا توصيل أى وحدتين ، إحداهما مديرة والأخرى مدارة (شكل ٢٣٩) .

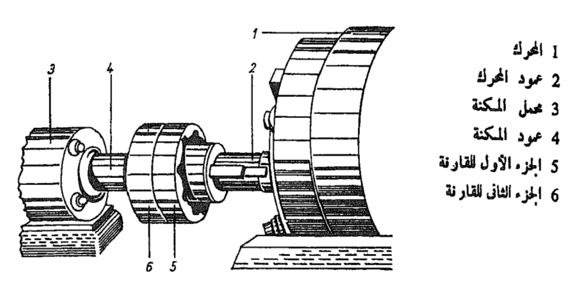
ويمكن استخدام القارنات الجسيئة فى الحالات التى تكون فيها نهايتا عمود فى مقابلة بعضهما البعض تماما ، أي على استقامة واحدة ، بينما تقرن نهايات الأعمده التى تصنع مع بعضها البعض زوايا معينة باستعمال وصلات قارنة عامة (جامعة الحركة) (شكل ٢٤٠) .

وتسمح القارنات المرنة بوجود اختلافات ضئيلة فى محاذاة الأعمدة سواء كانت هذه الاختلافات زاوية أو محورية ، لذلك فهى تستعمل فى مثل هذه الحالات ، وقد تزود القارنات المرنة فى وسطها بطبقات من مادة مرنة وفى هذا النوع من القارنات ينتقل عزم اللى من أحد العمودين عن طريق القارنة إلى العمود الآخر بطريقة سلسة . وتعمل القارنة على معادلة الاهتزازات أو الصدمات الناجمة عن الأحمال الصدمية .

وقد يتطلب الأمر فى حالات كثيرة ، أن تعمل مجموعة معينة من آليات تشغيل المكنة بعض الوقت فقط . لذلك فهى تعشق هذه المجموعة أو تفصل من وقت لآخر . ومن ثم تستخدم فى هذه الحالات القارنات التى يمكن تعشيقها وفصلها بين الحين والحين . وتعرف القارنات التى بهذا الشكل باسم القوابض . ويتم اختيار القوابض أو القارنات وفقا للغرض من استخدامها . وفيما يلى دراسة لأكثر القوابض والقارنات إستخداما فى الصناعات الهندسية .

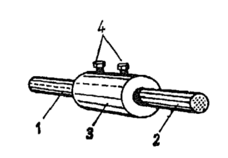
(ب) القارنات الجسيئة :

القارنات الجسيئة هى قارنات دائمة تستخدم لتوصيل نهايات الأعمدة توصيلا جسيئا بأجزاء القارنة . ولا يسمح هذا التوصيل الجسئ بأى تعويض لحركات طولية كانت أم زاوية . لهذا فمن الضرورى محاذاة نهايات الأعمدة بمنتهى الدقة . وتستعمل القارنات الجسيئة فى الوصلات النادرة الفك . ويتوقف تسلسل عمليات تجميع القارنات الجسيئة على تصميمها . ففى حالة القارنات المشقوقة ، على سبيل المثال ، يمكن تركيب الأعمدة أولا ، ثم توصل نهايات الأعمدة بعد محاذاتها بنصفى القارنة . أما فى حالة القارنة ذات الجلبة ، فتركب الجلبة على أحد



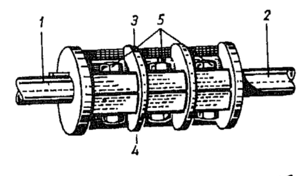
شكل ٢٣٩ : قارنة توصل عمود محرك كهربائى بعمود مكنة

شكل ٢٤٠ : قارنة توصيل جامعة



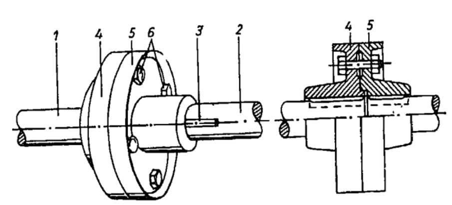
شكل ٢٤١ : قارنة ذات جلبة

1 العمود الأول
2 العمود الثانى
3 الجلبة
4 مسامير الزنق الملولبة



شكل ٢٤٢ : قارنة مشقوقة

1 العمود الأول
2 العمود الثانى
3 الجزء الأول للقارنة
4 الجزء الثانى للقارنة
5 تثبيت القارنة بواسطة المسامير والحلقات اليايية والصواميل



شكل ٢٤٣ : قارنة ذات القرص

1 العمود الأول
2 العمود الثانى
3 خابور غاطس
4 الجزء الأول وبه البروز
5 الجزء الثانى
6 مسامير الزنق

العمودين ، ثم بعد ذلك يركب العمود الثانى ويحاذى بعد إجراء هذه العمليات ، يمكن إكمال تجميع القارنة بتركيب جلبة القارنة على نهايتى العمودين ثم يحكم رباط المجموعة بالمسامير المقلوظة .

القارنة ذات الجلبة :

القارنة ذات الجلبة هى وسيلة بسيطة لتوصيل الأعمدة . وهذه الجلبة لها شكل اسطوانى أجوف وهى تركب على نهايات الأعمدة وغالبا ما تثبت بالمسامير . وقد تستعمل الخوابير إذا كان تصميم نهايات الأعمدة مناسبا ، أما إذا كان قطر الأعمدة كبيرا بالقدر الكافى فتستعمل الوصلة ذات الإصبع (البنز) (شكل ٢٤١) .

القـارنة المشقوقة :

تعمل فتحة القارنة المشقوقة عندما يكون نصفاها المربوطين ببعضهما البعض بالمسامير فى حدود التفاوت المنصوص عليه طبقا للتوافق المحدد . لهذا لا تستعمل القارنة المشقوقة إلا فى توصيل الأعمدة المتساوية الأقطار . ولمنع العمودين من الالتواء داخل القارنة ، كما هى الحال فى حالة الحمل الزائد ، يعمل تجويف لتركيب خابور فى كل من نصفى القارنة . ويركب الخابوران فى نهايتى العمودين .

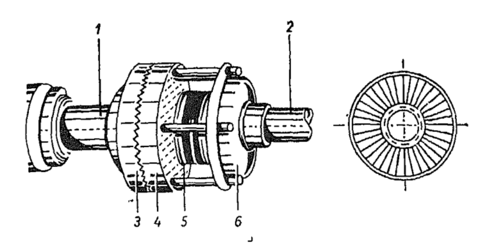
وبعد تركيب القارنة المشقوقة ، يجب أن لا يتلامس الوجهان المتقابلان لنصفى القارنة مع بعضهما البعض وإلا فإنه لا يمكن ضمان ملامسة القارنة لنهايتى العمودين بالكامل (شكل ٢٤٢) .

القارنة ذات القرص :

يفضل استعمال القارنة ذات القرص فى نقل عزوم اللى الكبيرة ، وتتكون القارنة ذات القرص من قرصين يركبان على نهايتى العمودين بتوافق قسرى شديد ، مع منعهما من الحركات الدورانية بواسطة خابور غاطس . وللتأكد من التعشيق المناسب للقرصين ، يزود أحدهما ببروز يعشق فى التجويف المناظر له فى القرص الآخر . ويجب عدم تشغيل (تشطيب) السطحين المتقابلين من القرصين تشغيلا دقيقا حتى يمكن زيادة الأحتكاك عن طريق السطحين الخشنين . ويوصل القرصان معا بواسطة مسامير وحلقة يايية وصمولة (شكل ٢٤٣) .

قارنة التوشيج المسننة :

تتشابه قارنة التوشيج المسننة مع القارنة ذات القرص . فنصفا القارنة يعشقان ببعضهما البعض بواسطة الأسنان المقطوعة من كل من القرصين قطريا من المركز إلى الحافة . ويسلط ياى الانضغاط الشديد ضغط التلامس على قرصى القارنة . ويمكن الحصول على ضغط التلامس المطلوب المسلط على القرصين بالتحكم فى اختيار ياى الانضغاط المناسب . ويسمى هذا النوع من القارنات كذلك باسم قابض التحميل الزائد نظرا لأن تعشيق الأسنان ينفصل عندما يتغلب الالتواء



شكل ٢٤٤ : قارنة التوشيج المسننة

1 العمود الأول
2 العمود الثانى
3 الجزء الأول
4 الجزء الثانى ويتحرك طوليا بواسطة ياى انضغاط
5 ياى انضغاط
6 محمل ياى الإنضغاط

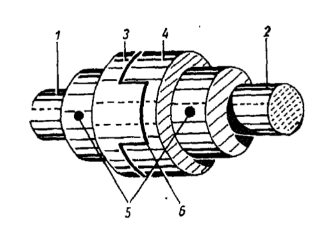
الزائد على جهد الياى . وقد يحدث هذا ، مثلا فى الناقلة اللولبية المستخدمة فى شحن البضائع (غلال ، رمال ، تراب ، فحم) إذا صادفها عائق يعمل على زنق اللولب أو جعله يتحرك بغير انتظام ، فى حين يستمر عمود الإدارة فى دورانه محاولا إدارة هذه الناقلة (شكل ٢٤٤) .

(جـ) القارنات المرنة والسائبة :

تتميز القارنات المرنة والسائبة عن القارنات الجسيئة بقدرتها على موازنة الأعمدة عندما تعمل بغير انتظام ، كما هى الحال عند التمدد الحرارى والحركات العرضية أو الزاوية الصغيرة . والقارنات الجسيئة تنقل عزم الالتواء بتأثير الاحتكاك ، بينما صممت القارنات المرنة والسائبة بحيث يتم الاتصال فيها بتعشيق أجزاء القارنة المتعددة ذات الأشكال المختلفة .

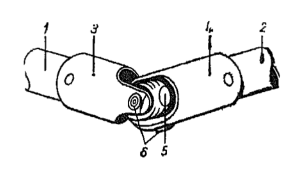
القارنة المخلبية :

تتكون القارنة المخلبية (شكل ٢٤٥) من نصفين منتظمين يزود كل منها بمخالب تعشق فى التجاويف المقابلة لهـا فى النصف الآخر . وعند تعشيق المخالب ينقل عزم اللى . فإذا كان



شكل ٢٤٥ : قارنة مخلبية أو قابض مخلبى

1 العمود الأول
2 العمود الثانى
3 الجزء الأول
4 الجزء الثانى
5 التوصيل بالأصابع (البنوز)
6 الثغرة الهوائية بعد التجميع



شكل ٢٤٦ : قارنة عامة (جامعة)
1 العمود الأول
2 العمود الثانى
3 مقرن مركب فى العمود الأول
4 مقرن مركب فى العمود الثانى
5 قطعة متوسطة (كرة)
6 مقرن تثبيت الأصابع (البنوز)

العمودان منحرفين عن التحاذى المناسب ، فى هذه الحالة تمتص المخالب الخلوص أو التفويت . ولتقليل الاحتكاك بين الأوجه الجانبية للمخالب ، يجب التأكد من وجود القدر الكافى من التزليق . وعند تجميع هذه القارنات فى الاتجاه المحورى يجب الاحتفاظ بحيز محدد بين المخالب ليعادل التمدد الحرارى المحتمل فى الأعمدة .

القــارنة العامة :

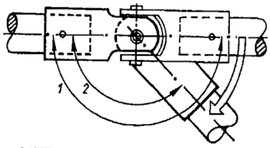
تستعمل القارنة العامة (شكل ٢٤٦) لوصل عمودين مرتبين بزاوية معينة بالنسبة لبعضهما البعض ، وهى تحتوى على مقرنين مرتبين بزاوية ٩٠° ، وتتوسطهما قطعة معدنية . ويتصل المقرنان بهذه القطعة عن طريق أصابع (بنوز) تثبيت . وتوجد قارنات التوصيل العامة فى الغالب فى أجهزة نقل الحركة ، وآليات ضبط الصوانى والأجهزة الأخرى التى تحتويها مكنات الورش . وقارنات التوصيل العامة لا يمكنها نقل عــزم اللى الكبــير .

والميزة البارزة فى قارنات التوصيل العامة هى قدرتها على السماح للزاوية بين العمودين بالتغير فى أثناء الدوران بحيث لا يؤثر هذا على وظيفتها . أما عيبها فهو أنه عند ازدياد إنحراف أحد العمودين عن المحور الطولى للعمود الآخر ، يصبح نقل الحركة الدورانية أقل إنتظــاما (شكل ٢٤٧) .

القارنة المرنة :

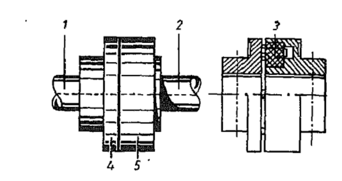
تستعمل القارنة المرنة (شكل ٢٤٨) لمعادلة التغيرات فى الحمل ، والتغيرات فى عزوم اللى ، والأحمال الصدمية ، والاهتزازات . . . إلخ .

والقارنات المرنة فى الواقع هى وصلات ثابتة بين عمودين لهــما عضو متوسط ، يعرف بالوصلة ، ومصنوع من مادة مرنة مثل المطــاط أو الجلد أو صلب البايات أو ما شابه ذلك .

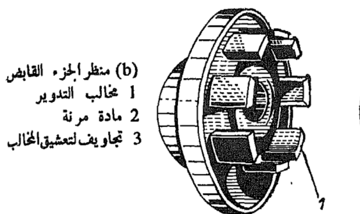


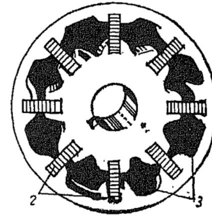
شكل ٢٤٧ : الانحراف الزاوى بقارنة توصيل جامعة
1 حركة منتظمة
2 حركة غير منتظمة

الشكل (a)
1 العمود الأول
2 العمود الثانى
3 مادة مرنة (مطاط أو ما يشابهه)
4 الجزء الأول
5 الجزء الثانى



(b) منظر الجزء القابض
1 مخالب التدوير
2 مادة مرنة
3 تجاويف لتعشيق المخالب





شكل ٢٤٨ : قارنة مرنة

وتتكون القارنة المرنة عادة من عضوين ، أحدهما يحتوى على الوصلة المرنة ، فى حين يزود العضو الآخر بمخالب أو بروزات مماثلة تعشق فى التجاويف الموجودة فى العضو الأول . وإذا زاد الحمل على القارنة المرنة ، فقد تتمزق المـــادة المرنة .

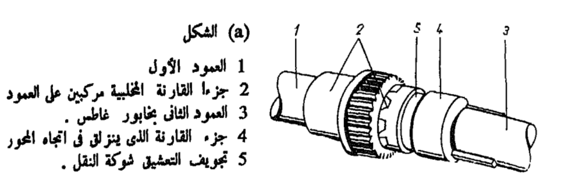
(د) القوابض :

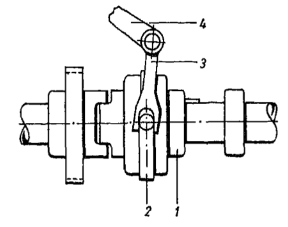
القوابض هى ترتيبات وظيفتها فصل ووصل حركة أجزاء المكنات . وتنحصر فكرة تشغيل القابض (الدبرياج) أساسا فى أن عضو القابض المركب على العمود المدار يستمد حركته من العضو الآخر للقابض المركب على العمود المدير عن طريق بعض الآليات التى يتم بها التعشيق والفصل . ويصمم القابض بحيث تكون مكونات جزءيه ، مثل المخالب ، والأسنان . . إلخ ، معشقة ببعضهما البعض فى حالة التشغيل .

ويسمى هذا النوع من القوابض باسم القابض الموجب . وهناك نوع آخر من القوابض يشتمل على سطحين خشنين متقابلين يعمل الاحتكاك بينهما عند إنضغاطهما فى مقابلة بعضهما البعض على نقل عزم الالتواء من العمود المدير إلى العمود المدار . ويسمى هذا النوع من القوابض باسم القابض الاحتكاكى .

الشكل (a)

1 العمود الأول
2 جزءا القارنة المخلبية مركبين على العمود
3 العمود الثانى بخابور غاطس .
4 جزء القارنة الذى ينزلق فى اتجاه المحور
5 تجويف التعشيق شوكة النقل .



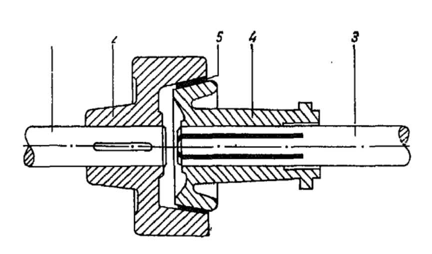


(b) طريقة العمل

1 الجزء المتحرك للقابض
2 حلقة النقل
3 شوكة النقل
4 ذراع النقل

شكل ٢٤٩ : قارنة مخلبية يمكن تعشيقها وفصلها

1 العمود الأول
2 الجزء المخـروطى يركب تركيبا ثابتا على العمود (الجزء الأول للقابض)
3 العمود الثانى
4 الجزء الثانى للقابض ويركب على العمود الثانى بحيث يتحرك فى الإتجاه المحورى
5 أسطح الإحتكاك



شكل ٢٥٠ : قابض إحتكاكى مخروطى

القابض الموجب :

أكثر القوابض الموجبة استخداما هو القابض المخلبى . ويثبت أحد عضوى هذا القابض على أحد العمودين ، بينما يتحرك العضو الآخر محوريا على خابور غاطس إنزلاقى . ويمكن تعشيق هذا القابض أو فصله عن طريق شوكة ناقلة بشرط إيقاف المكنة .

ولا تستعمل القوابض المخلبية فى المكنات الحديثة إلا إذا استغل القابض على فترات طويلة (شكل ٢٤٩) . ويفضل فى المكنات الحديثة استعمال القوابض الموجبة لفصل أو وصل حركة أجزاء مكنية معينة .

القابض الاحتكاكى :

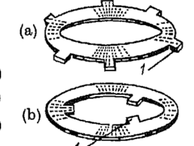
هناك تصميمات مختلفة للقوابض التى تنقل الحركة من العضو المدير إلى العضو المدار عن طريق الاحتكاك بين الأسطح المعشقة . ويمكن التمييز بينها من شكل أسطح الاحتكاك ، فمنها القوابض الاحتكاكية المخروطية ، والقوابض الاحتكاكية القرصية المفردة القرص ، والمتعددة الاقراص (شكل ٢٥٠) .

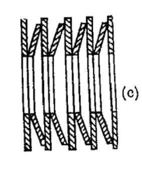
القابض المتعدد الأقراص :

يفضل استعمال القوابض المتعددة الأقراص نظرا لبساطة تصميمها وقدرتها على نقل عزوم اللى . وينقل عزم اللى فى القوابض المتعددة الأقراص عن طريق الاحتكاك بين مجموعات الاقراص الداخلية . وترتب سلسلة الأقراص المتناوبة بحيث يتبع القرص الخارجى قرص داخلى ثم قرص داخلى آخر . . . إلخ (شكل ٢٥١) .

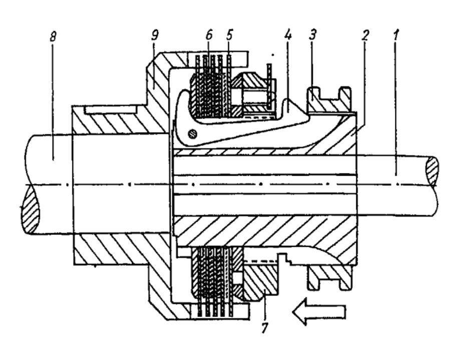
والشكلان ٢٥٢ ، ٢٥٣ يبينان عمل القابض المتعدد الأقراص .

فى حالة عدم تعشيق القابض تعتق حلقة النقل (3) أذرع التحكم الثلاث المرتبة على مسافات محددة (فى الشكلين ٢٥٢ ، ٢٥٣ تظهر ذراع تحكم واحدة بغرض الإيضاح) ، وتصبح الاقراص الخارجية والداخلية غير متلامسة . وعند تعشيق القابض تنزلق حلقة النقل (3) لترسو على البروزات الموجودة فى أذرع التحكم (4) ، فتضغط إحدى أذرع التحكم الأقراص الخارجية والداخلية فى مقابلة بعضها البعض مولدة ضغطا بينها عاليا . وتسلط الحدبات الموجودة فى الاقراص الخارجية (شكل ٢٥١a) على السطح الخارجى للمبيت الاسطوانى (9) ناقلة عزم اللى إلى العمود الثانى (8) . ولا يستهان بعزم اللى المنقول بواسطة الأقراص المتعددة . وتتوقف مقاسات الأقراص ، وبالتالى مقاسات مجموعة الأقراص بالكامل على مقدار عزم اللى المنقول .



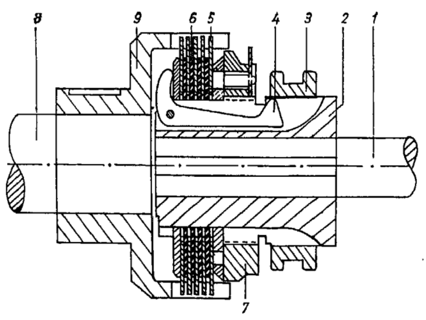


شكل ٢٥١ : أقراص القابض ومجموعة من الأقراص
(a) القرص الخارجى
(b) القرص الداخلى
(c) مجموعة من الأقراص
(1) الحدبة (الكامة)



شكل ٢٥٢ : قابض متعدد الأقراص وهو فى حالة الفصل

1 العمود الأول
2 الغلاف الداخلى للقابض المتعـدد الأقراص
3 حلقة الزحزحة
4 ذراع التحكم
5 الأقراص الخارجية
6 الأقراص الداخلية
7 حلقة الضبط
8 العمود الثانى
9 الغطاء الاسطوانى الخارجى للقابض المتعدد الأقراص



شكل ٢٥٣ : قابض متعدد الأقراص فى حالة التعشيق

(انظر شكل ٢٥٢)

(٨) تمرين على التجميع :

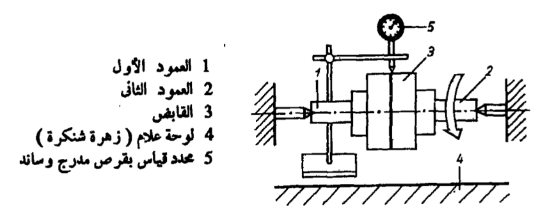
يتطلب تركيب القارنات الجسيئة أو المرنة أو القوابض بذل عناية خاصة كما هى الحال فى أى عمليات تجميع أخرى . وبجانب العمليات التى يتضمنها التجميع ، والسابق مناقشتها فى تركيب الخوابير الغاطسة ، والوصلات ذات الأصابع (البنوز) والوصلات الملولبة (المقلوظة) ذات المسامير ، ومحاذاة الأعمدة . . . إلخ ، فإن هناك عمليات أخرى يتطلبها تجميع القارنات والقوابض بصفة خاصة ، وهى عمليات مراجعـــة الدوران المتمركز والاتزان .

مراجعة الدوران المتمركز :

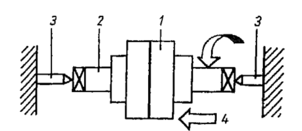
يراجع الدوران المتمركز أو الصحيح للقارنة أو القابض عمليا بنفس الطريقة المتبعة لمراجعة الأعمدة . وذلك بوضع محدد قياس ذى قرص مع حامله على زهرة شنكرة موازية تماما للمحور الطولى للعمودين المطلوب توصيلهما معا . ويضبط محدد القياس ذو القرص بحيث يلامس الحافة العليا للقارنة أو القابض . ويقاس مقدار إنحراف القارنة أو القابض عند الدوران الصحيح فى أثناء تحريك أى منهما . وعند التحريك يرفع إصبع التحسيس بمحدد القياس قليلا (شكل ٢٥٤) .

مراجعة الاتزان :

فى الحالات التى تحدث بها إهتزازات عنيفة بسبب القارنات أو القوابض المنحرفة عن مجال الدوران الصحيح ، وخصوصا فى حالة توصيل الأعمـــدة الطويلة ، يجب موازنة القارنة أو القابض المستعمل قبل تركيبه . ولهـــذا الغرض توضع القارنة أو القابض على محدد قياس سدادى ويسند بين ذنبتين متقابلتين وعلى محور واحد تماما ، بحيث يكون أى منهما حر الدوران . فإذا لم يكن مركز الثقل على محور الدوران تماما ، أو بعبارة أخرى ، إذا لم يكن القابض أو القارنة متزنا ، فإن أثقل جزء فيه يستقر فى أسفل نقطة بعد توقف العجلة عن الدوران . ويعلم الجزء الثقيل ثم يعاد الاختبار . فإذا ظل أثقل جزء مستقرا فى أسفل نقطة بعد إعادة تدوير العجلة وإيقافها ، فيجب فى هذه الحالة معالجة نقطة عدم الإتزان ، التى حددت بهذه الكيفية ، والتخلص منها .



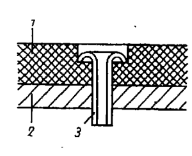
شكل ٢٥٤ : ترتيبة إختبار الدوران المتمركز للقوابض

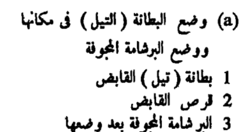


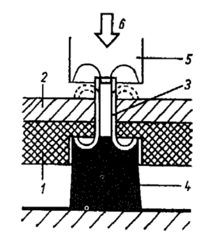
1 القابض
2 محدد قياس سدادى
3 مركزان (زنبتان)
4 مواضع الثقب غير الموازن

شكل ٢٥٥ : ترتيبة إختبار إتزان القوابض

ويتم ذلك بإزالـــة مقدار صغير من المعـــدن من الجزء المعلم عن طريق البرادة أو التفريز أو الثقب . ثم يعاد اختبار القابض أو القارنة مرة أخرى . فإذا ظل أى منهما غير متزن فيجب معالجة ذلك بإزالة مقدار معين آخر من المعدن من الجزء المعلم . ويعمل هـــذا على تخفيض وزن الأجزاء المجمعة (شكل ٢٢٥) .




(a) وضع البطانة (التيل) فى مكانها
ووضع البرشامة المجوفة
1 بطانة (تيل) القابض
2 قرص القابض
3 البرشامة المجوفة بعد وضعها



(b) البرشمـــة
1 بطانة (تيل) القابض
2 قرص القابض
3 البرشامة المجوفـــة
4 قالب برأس إطباق (القاعدة)
5 قالب برأس اطباق
6 إتجـــاه الطرق

شكل ٢٥٦ : تبطين أقراص القابض مع الإستعانة بالبرشمة

تركيب آليات تعشيق القوابض وفصلها :

يقصد بهذه الآليات عادة أذرع التحكم وبها الشوك الناقلة . وهذه يجب مراجعتها بعد التركيب للتأكد من أنها تحقق العمل الصحيح للقابض فى حالتى التعشيق والفصل . كما يجب ملاحظة التثبيت الجيـد للقابض فى كل من حالتى التعشيق والفصل وذلك لمنعه من التعشيق أو الفصل من تلقـاء نفسه فى أثناء التشغيل .

إستبدال مادة الاحتكاك (البطانة) :

القوابض ذات الأقراص المنوه عنها سابقا هى قوابض إحتكاكية تنقل الحركة عن طريق الاحتكاك بين الأسطح المعشقة لقرصين أو أكثر عندما يكون أحد وجهى القرص مبطنا بمادة على شكل حلقة أو قطاعات حلقية .

ومواد الاحتكاك الشائعة الاستعمال هى نسيج الأسبستوس والسلك .

وعند إجراء الإصلاحات ، يجب مراجعة بطانة القابض من حيث التشغيل فإذا كانت البطانة متآكلة ، فيجب أن يبطن القابض بمادة جديدة . ويستعمل لهذا الغرض مسامير برشام مجوفة من النحاس الأصفر ، أو النحاس الأحمر ، أو الصلب . ويجب أن يكون رأس مسمار البرشام دائما جهة البطانة ، بينما تكون نهاية المسمار الأخرى المطلوب برشمتها ، على قرص القابض .

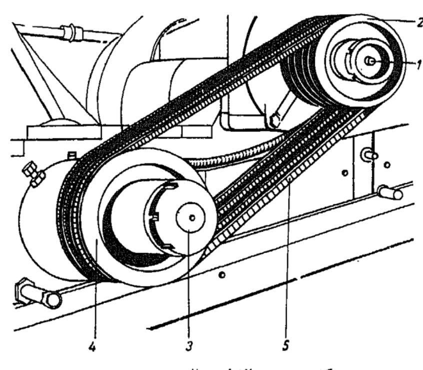
رابعا : عناصر المكنات المستخدمة لنقل الحركة الدورانية :

١ - وسائل الإدارة بالسيور :

(أ) طريقة عملهـا :

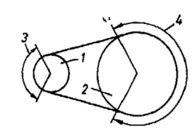
تستعمل وسائل الإدارة بالسيور فى الغالب لنقل الحركة الدورانية من عمود لآخر بواسطة طنابير وسيور (شكل ٢٥٧) .

ومن مزايا الإدارة بالسيور بساطة عملها . وبما أن السيور مرنة فإنه يمكن الحصول بواسطتها على اتصال مرن ، وبالتالى يمكن امتصاص الأحمال الصدمية . ففى الصناعات الهندسية ، على سبيل المثال ، توصل محركات الإدارة بمكنات التشغيل بواسطة مجموعات الإدارة بالسيور . ومن ناحية أخرى فإن السيور يحدث بها انزلاق فى أثناء العمل ، وهذا عيب فيها . ولا يمكن استعمال وسائل الإدارة بالسيور فى الحالات التى يراد فيها إدارة عمودين وهما فى وضع معين بالنسبة لبعضهما البعض . فنظرا للانزلاق الذى يحدث بها فانعزم اللى بالعمود المدير لا ينقل باكله إلى العمود المدار ويمكن اختيار طنابير السيور بأى قطر بشرط أن تتحقق النسبة المحددة بينهما ، وإلا عجزت السيور الدائرة على الطنابير الصغيرة عن ملامسة هذه الطنابير كما يجب إذا كانت الطنابير الأخرى ذات أقطار كبيرة جدا بالنسبة لهـا ، أو بمعنى آخر ، إذا كانت زاوية تلامس السير صغيرة جدا وبالتالى يزداد مقدار الانزلاق (شكل ٢٥٨) .



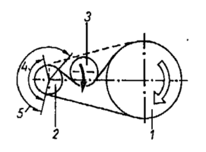
1 العمود الأول
2 بكرة (طنبور) السيور مركبة على العمود الأول
3 العمود الثانى
4 بكرةالسيورمركبة على العمودالثانى
5 السيور

شكل ٢٥٧ : الإدارة بالسيور



1 بكرة السير الصغيرة
2 بكرة السير الكبيرة
3 زاوية تلامس السير مع البكرة الصغيرة (صغيرة جداً)
4 زاوية التلامس مع البكرة الكبيرة

شكل ٢٥٨ : البكرات المختلفة المقاسات والعلاقات الرئيسية بينها



1 بكرة السير الصغيرة
2 بكرة السير الكبيرة
3 البكرة الوسيطة
4 زاوية تلامس السير بدون البكرة الوسيطة
5 زاوية تلامس السير فى وجود البكرة الوسيطة

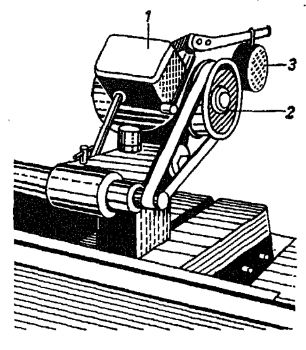
شكل ٢٥٩ : البكرة الوسيطة

ويجب أن يكون الاحتكاك بين الطنبور والسير كبير جدا على قدر الإمكان . ويمكن تحقيق ذلك باستعمال زاوية تلامس كبيرة للسير وشد إبتدائى مناسب فيه .

ويمكن الحصول على الشد اللازم باستعمال طنبور وسيط (شكل ٢٥٩) .

وهناك طريقة أخرى لشد السير أو إطالته . فيركب الطنبور ومعه الجزء المكنى المتصل به على مرتكز ، ويحدث الشد اللازم بتأثير وزن هذا الجزء المكنى ، وإذا استدعى الأمر ، يضاف وزن آخر (شكل ٢٦٠) .

وتوجد طريقة أخرى لإطالة السير ، وهى تنحصر فى استعمال مسامير مناسبة لهذا الغرض (شكل ٢٦١) .



شكل ٢٦٠ : شد السير باستعمال ثقل
1 الجزء المكنى الثابت
2 بكرة السير المديرة
3 الثقل

شكل ٢٦١ : شدالسير بواسطةالمسامير الملولبة
1 نقطة الإرتكاز
2 مسمار الربط وبه صمولة
3 الصمولة العلوية
4 الصمولة السفلية

وعند فك (تسيب) الصمولة السفلى للمسمار ، يهبط الجزء المكنى إلى أسفل تحت تأثير وزنه الذاتى ، فيشد السير . وبمجرد الحصول على الشد اللازم تربط الصمولة العليا لمنع الجزء المكنى من الاهتزاز فى أثناء العمل .

(ب) نسبة نقل الحركة :

إذا تساوى قطر الطنبورين ، فإن السرعة المنقولة من الطنبور المدير إلى الطنبور المدار تكون بنسبة ١ : ١ . وعلى أية حال فقد يحدث تخفيض معين فى السرعة بسبب إنزلاق السير . والتعبير عن نسب النقل بالطنابير تستعمل حروف معينة . فقطر الطنبور يعبر عنه بالحرف ($ق_١$) ، ويعبر عن سرعته بالحرف ($ن_١$) والطنبور المدار يعبر عن قطـــره بالحرف ($ق_٢$) وعن سرعته بالحرف ($ن_٢$) (شكل ٢٦٢) .

فإذا كان قطر الطنبور المدير أكبر من قطر الطنبور المدار ، تكون سرعة الطنبور المدار أكبر من سرعة الطنبور المدير ، أى أن سرعة الطنبور تزداد . ونسبة النقل هى $\frac{ق_٢}{ق_١}$

مثال : إذا كان قطر الطنبور المدير ٣٠٠م ، وقطر الطنبور المدار ١٥٠ م فما هى نسبة النقـــل ؟

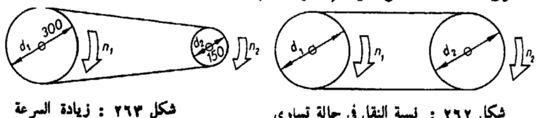
$$\text{نسبة نقل الحركة} \quad \frac{ق_٢}{ق_١} = \frac{١٥٠}{٣٠٠} = ٠{,}٥$$

وفى هذه الحالة تزداد السرعة ، حيث تصبح سرعة الطنبـــور المـــدار أعلى من سرعة الطنبـــور المدير (شكل ٢٦٣) .

أما إذا كان قطر الطنبور المدير هو $ق_١$ = ١٥٠ م ، وقطرالطنبور المـــدار $ق_٢$ = ٣٠٠م ، فإن نسبة النقل

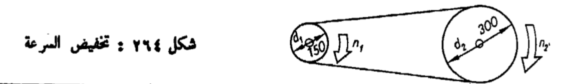
$$\frac{ق_٢}{ق_١} = \frac{٣٠٠}{١٥٠} = ٢$$

وفى هذه الحالة تنخفض السرعة (شكل ٢٦٤) .



شكل ٢٦٣ : زيادة السرعة

شكل ٢٦٢ : نسبة النقل فى حالة تساوى قطرى الطنبور المدير والطنبور المدار



شكل ٢٦٤ : تخفيض السرعة

$ق_١ = d_1$ ، $ق_٢ = d_2$ ، $ن_١ = n_1$ ، $ن_٢ = n_2$

ولتحديد السرعة التى يدور بها الطنبور المدار ، يجب أن يرتبط القطر $ق_1$ والسرعة $ن_1$ للطنبور المدير بالقطر $ق_2$، والسرعة $ن_2$ المطلوب معرفتها والعلاقة بين هذه المتغيرات هى :

$$ق_1 \times ن_1 = ق_2 \times ن_2$$

مثال : إذا كان قطر الطنبور القائد $ق_1 = ٢٨٠$ ، و سرعته $ن_1$ ١٨٠ لفة فى الدقيقة ، وكان قطر الطنبور المدار $ق_2$ ٢١٠مم ، فما هى سرعة الطنبور المدار $ن_2$ ؟

$$ن_2 = \frac{ق_1 \times ن_1}{ق_2} = \frac{١٨٠ \times ٢٨٠}{٢١٠}$$ ٢٤٠ لفة دقيقة .

أى أن السرعة $ن_2$ تصبح فى هذا المثال ٢٤٠ لفة فى الدقيقة .

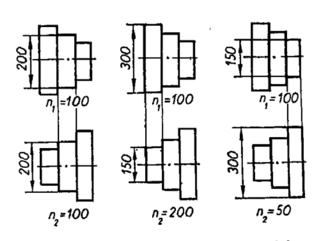
وإذا عرف أى ثلاثة عوامل من هــذه العوامل الأربعة فإنه يمكن حساب المعامل الرابع بسهولة . فإذا طلب معرفة سرعة الطنبور المدير $ن_1$ تكون المعادلة كالآتى :

$$ن_1 = \frac{ق_2 \times ن_2}{ق_1}$$

كذلك يمكن إيجاد قطر الطنبور المدار من المعادلة التالية :

$$ق_2 = \frac{ق_1 \times ن_1}{ن_2}$$

ويستعمل الطنبور المتدرج الأقطار فى الغالب لتغيير سرعات مكنات الورش . ويمكن اختيار سرعات متعددة للطنبور المدار إذا كانت سرعة الطنبور المدير المتدرج الأقطار ثابتة ، وذلك بتغيير أقطار الطنابير المديرة والمدارة (شكل ٢٦٥) .

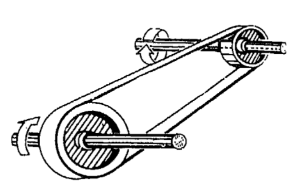


شكل ٢٦٥ : بكرات متدرجة الأقطار

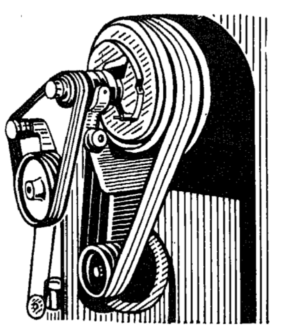
(ج) أنواع وسائل الإدارة بالسيور :

تنقسم وسائل الإدارة بالسيور ، وفقا لعدد الأعمدة المطلوب توصيلها بها ، إلى مجموعتين ، هما وسائل الإدارة بسير واحد ووسائل الإدارة بسيور متعددة (الشكلان ٢٦٦ ، ٢٦٧) .

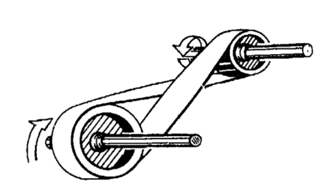
وقد تصنف وسائل الإدارة السيور ، فضلا عن ذلك وفقا لوضع الأعمدة واتجاه دورانها (الأشكال من ٢٦٨ إلى ٢٧١) .



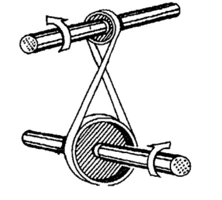
شكل ٢٦٦ : وسيلة بسيطة للإدارة بالسيور



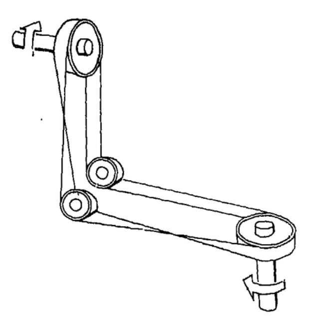
شكل ٢٦٧ : وسيلة مركبة للإدارة بالسيور



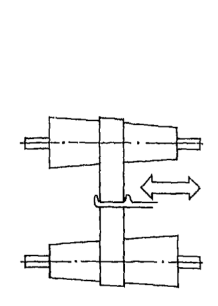
شكل ٢٦٨ : وسيلة الإدارة بسير متعارض



شكل ٢٦٩ : وسيلة الإدارة بسير شبه متعارض



شكل ٢٧٠ : وسيلة الإدارة بسير زاوى



شكل ٢٧١ : وسيلة الإدارة بسير على بكرة مخروطية

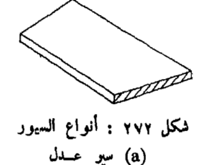
(د) السيور :

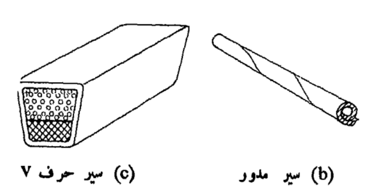
تستخدم الطنابير المتعددة الأشكال والسيور المختلفة وفقا لمقادير عزوم اللى المنقولة . والأنواع الشائعة الاستعمال من السيور وهى :

السيور المسطحة ، والسيور حرف V ، والسيور المدورة (شكل ٢٧٢) .

وإذا استحال تركيب سير غير موصول فمن المهم إختيار الوصلة المناسبة لتوصيل نهايتى هذا السير . وهناك وصلات ثابتة (دائمة) وأخرى قابلة للانفصال . ويمكن توصيل السيور المسطحة توصيلا تراكبيا ثم تغريتها أو خياطتها ببعضها البعض . ولذلك تشطف نهايتا السير أولا ، ثم تلصقان معا بحيث تتداخل إحدى النهايتين فى الأخرى ، ثم تجففان وتخاطان . وعند تركيب السير ذى النهايتين الملصقتين ببعضهما البعض بواسطة الغراء يجب مراعاة أن تكون الحافة الخارجية للطرف المتراكب فى عكس اتجاه دوران السير ، كما هو موضح فى شكل (٢٧٣) .

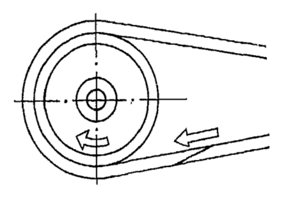
ويمكن كذلك توصيل نهايتى السير المسطح باستعمال مشابك سلكية (شكل ٢٧٤) .



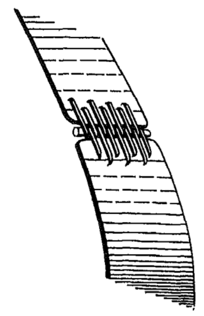


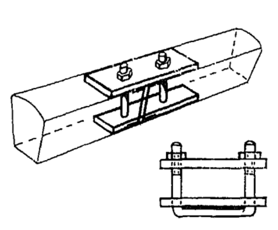
شكل ٢٧٢ : أنواع السيور

(a) سير عـدل (b) سير مدور (c) سير حرف V



شكل ٢٧٣ : سير بنهايتين ملتصقتين ببعضهما البعض بأى لاصق ، ويجب أن يدور السير فى الاتجاه المبين (يجب أن تكون حافة اللسان للوجه الملصق فى عكس اتجـاه الدوران للسير) .





شكل ٢٧٤ : وصل نهايتى السير العدل بواسطة ماسكات سلـكية وإصبع (بنز) عرضى .

شكل ٢٧٥ : مثبتات السير حرف V

وتصنع السيور حرف V عادة مغلقة (غير موصولة) وباطوال محددة . فإذا تطلب الأمر توصيل سيور حرف V لتصبح مغلقة ، فتستعمل لهـــذا الغرض مثبتات خاصة بهـــذه السيور (شكل ٢٧٥) .

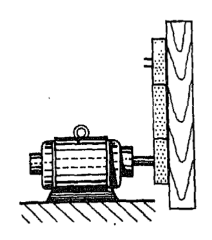
(ه) تمرين على التجميع :

عند توصيل سير يجب مراعاة التأكد من أن الطنابير فى المحاذاة الصحيحة حتى لا تعوق دوران السير . وعلاوة على ذلك يجب التأكد من أن مجرى السير تناظر الشكل الجانبى (البروفيل) للسير حرف V (الشكلان ٢٧٦ ، ٢٧٧) .

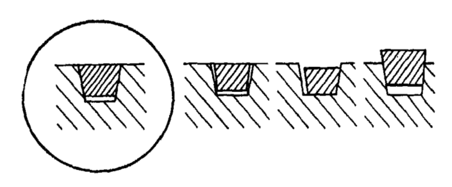
٢ – وسائل الإدارة بالسلاسل (الكتائن) :

(أ) طريقة التشغيل :

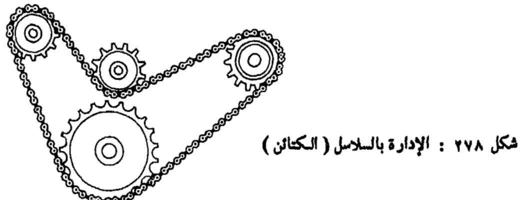
تنقل وسائل الإدارة بالسلاسل عزوم اللى بواسطة عجلات مسننة وسلاسل خاصة . ويمكن إدارة أعمدة متعددة فى وقت واحد بواسطة سلسلة واحدة ،على العكس من وسائل الإدارة بالسيور فإنه لا يحدث انزلاق فى وسائل الإدارة بالسلاسل (شكل ٢٧٨) .



شكل ٢٧٦ : محاذاة وسيلة الإدارة بالسيور بواسطة مسطرة



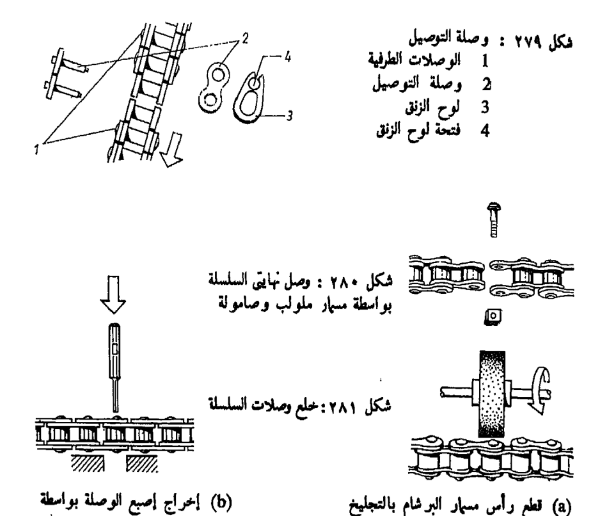
شكل ٢٧٧ : الأوضاع الصحيحة والخاطئة للسيور حرف V فى مجرى السير .



شكل ٢٧٨ : الإدارة بالسلاسل (الكتائن)

(ب) تمرين على التجميع :

تركيب العجلات المسننة على الأعمدة بواسطة خابور متوازى عدل وليس خابور مستدق . ويجب بذل عناية خاصة عند تجميع وسائل الإدارة بالسلاسل ، للتأكد من أن العجلات المسننة فى المحاذاة الصحيحة . فالأعمدة التى لا تدور موازية لبعضها البعض تماما تتسبب فى سرعة تآكل السلسلة والعجلات المسننة .



شكل ٢٧٩ : وصلة التوصيل
1 الوصلات الطرفية
2 وصلة التوصيل
3 لوح الزنق
4 فتحة لوح الزنق

شكل ٢٨٠ : وصل نهايتي السلسلة بواسطة مسمار ملولب وصامولة

شكل ٢٨١ : خلع وصلات السلسلة

(a) قطع رأس مسمار البرشام بالتجليخ

(b) إخراج إصبع الوصلة بواسطة سنبك مناسب

وتتطلب وسائل الإدارة بالسيور شدا مبدئيا معينا ومع ذلك يجب أن يكون بالسلسلة الناقلة ترخيم (إرتخاء) معين لتحقيق التشغيل الصحيح . فدرجة حرارة السلسلة الناقلة المشدودة أكثر من اللازم ترتفع بسرعة فى أثناء التشغيل ، كما تتآكل السلسلة قبل الأوان . وقد أظهرت الخبرة العملية أن الارتخاء فى السلسلة الناقلة قد يصل إلى ٢٪ من المسافة بين مركزى العجلتين المسننتين .

وتوصل السلاسل بواسطة وصلات قارنة ، أو بواسطة مسامير ملولبة (الشكلان ٢٧٩ ، ٢٨٠) .

فإذا استعملت الوصلات القارنة ، فيجب أن تتشكل نهايتا السلسلة المطلـوب توصيلهما من الوصلات الداخلية . وعند تركيب الوصلة القارنة ، يجب أن توضع فتحة لوح الزنق بحيث يكون اتجاهها مخالفا لاتجاه دوران السلسلة ، وإلا عمل لوح الزنق خطأ وهو سائب . وعند توصيل نهايتى السلسلة بواسطة المسامير الملولبة يصبح أحد الطرفين بمثابة الحلقة الداخلية ، والطرف الآخر الحلقة الخارجية .

وعند إصلاح المكنات ، قد يكون من الضرورى تقليل السلاسل الجديدة ليصبح بها عدد معين من الوصلات القارنة . ولهذا الغرض يجب إزالـة رؤوس مسامير برشام الوصلات القارنة المعينة بتجليخها ، ثم تخلع مسامير البرشام المطلوبة بواسطة سنبك مناسب (شكل ٢٨١) .

وبعد مدة معينة من التشغيل تتمدد السلاسل الناقلة بمقدار معين ، وتتآكل العجلات المسننة فى الغالب . لذلك يوصى باستبدال العجلات المسننة عند استبدال سلسلة جديدة بأخرى متآكلة لكفالة التشغيل الصحيح لهـا .

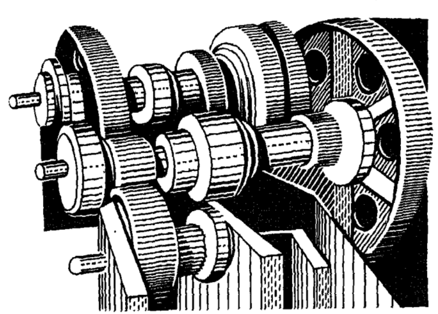
ويجب تزييت السلاسل بالزيت أو بالشحم ، وخاصة النقط التى تتعرض للتآكل الشديد . وبعد مدة معينة من التشغيل يصبح من الضرورى تنظيف السلسلة بزيت البرافين ثم تزييتها بالشحم الساخن المضاف إليه مسحوق الجرافيت .

٣ – وسائل الإدارة بالتروس :

(أ) طريقة عملهـا :

تستعمل التروس فى نقل الحركات الدورانية أو عزوم اللى مباشرة من عمود لآخر . وعندما تكون المسافات قصيرة تقوم التروس دون أى فقد فى السرعة بنقل الحركة الدورانية ، أو تحويل الحركة الدورانية إلى حركة مستقيمة ، مثال ذلك وسيلة الإدارة بالتروس المحتوية على عجلة مسننة معشقة بجريدة مسننة . وتستعمل التروس أساساً فى وسائل إدارة الحركات الأساسية ومكنات الإنتاج (شكل ٢٨٢) .

وإذا أريد تعشيق ترسين بالشكل الصحيح فيجب أن تكون الأسنان والفراغات الموجودة بينها متساوية فى الشكل والمقاس فى كلا الترسين . وتعشق السن الواحدة من أحد الترسين فى الفراغ المقابل لهـا بين سنى الترس الآخر ، وتشكل الأسنان بحيث تتدحرج الواحدة منها على الأخرى . والبعد الأساسى فى الترس هو دائرة الخطوة . وترتبط جميع الأبعاد الأخرى فى الترس بقطر دائرة الخطوة (شكل ٢٨٣) .



شكل ٢٨٢ : وسيلة الإدارة بالتروس

شكل ٢٨٣ : أبعـاد الترس
1 قطر دائرة الخطوة
2 القطر الخارجى للترس
3 قطر دائرة القاع
4 الخطوة
5 عرض السن
6 فراغ السن
7 العمق الكامل للسن

(ب) أنواع التروس :

التروس المستقيمة (العدلة) :

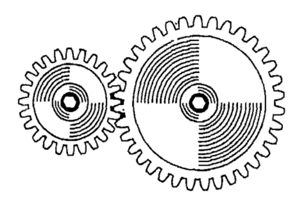
أكثر أنواع التروس استخداما فى الصناعات الهندسية هو الذى له شكل قرص اسطوانى مشكل على وجهه أسنان موازية لمحور العمود . ويعرف هذا النوع باسم الترس المستقيم (العدل) (شكل ٢٨٤) .

وتشكل الأسنان موازية لمحور العجلة بغرض تسهيل إنتاجها .

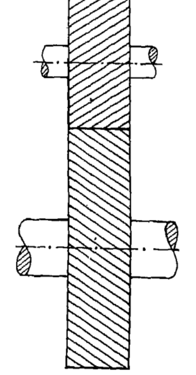
أما إذا أريد نقل القوى الكبيرة بالتروس فتستعمل التروس الحلزونية (شكل ٢٨٥) .

وإلى جانب مقدرة التروس الحلزونية على نقل القوى الكبيرة فإنها تتميز بالتشغيل الهـادىء الخالى من الاهتزازات فى الغالب .

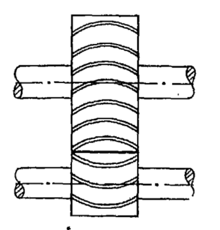
ومن أنواع التروس الأخرى على سبيل المثال ، التروس الحلزونية المزدوجة ، والتروس ذات الأسنان المقوسة (التى على شكل قوس من دائرة) (الشكلان ٢٨٦ ، ٢٨٧) .

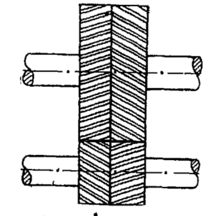


شكل ٢٨٤ : التروس العدلة (المستقيمة)



شكل ٢٨٥ :
زوج من التروس المائلة الأسنان (الحلزونية)





شكل ٢٨٦ : تروس بأسنان مائلة مزدوجة

شكل ٢٨٧ : تروس عدلة بأسنان على شكل قوس (مقوسة الشكل)

ووحدة الرى المبينة فيما يلى هى إحدى الطرازات ذات معدلات التصرف المتوسطة والصغيرة . وتصرف هذه المضخات من ٤٣٠ إلى ١٠٠٠ متر مكعب / ساعة ومنسوبها بين ٨ ، ٢٩ متر (يتوقف هذا على طراز المضخة) .

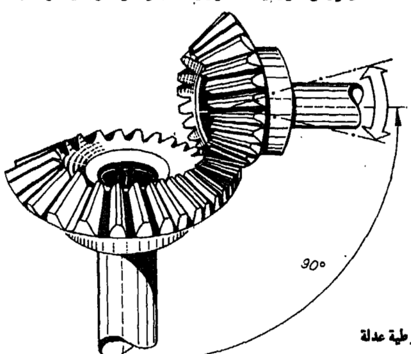
المصدرون : Technokommerz G.m.b.H. 102 Berlin German Democratic Republic

التروس المخروطية :

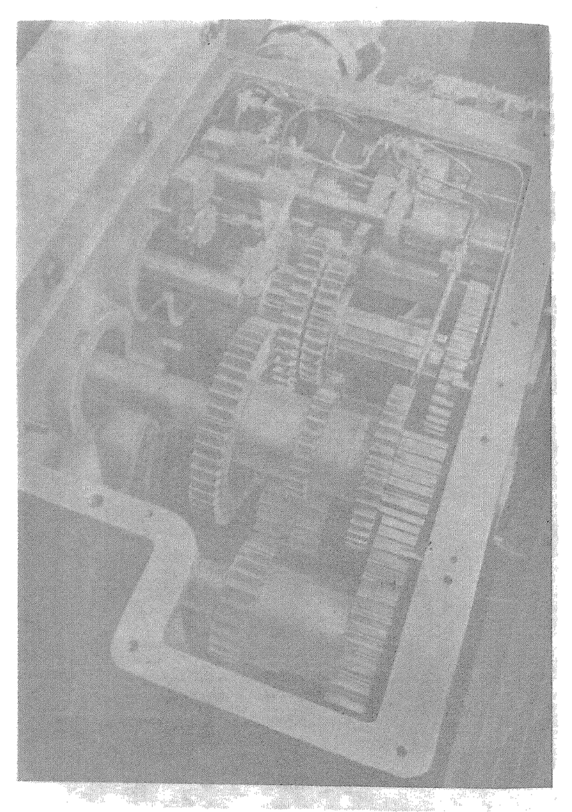
لا تستعمل التروس الحلزونية والعدلة إلا إذا كانت محاور الأعمدة موازية لبعضها البعض . أما فى الحالات التى تصنع فيها الأعمدة زاوية ٩٠° مع بعضها البعض، فتستعمل التروس المخروطية(شكل ٢٨٨) .

وغالبا ما تكون زاوية التقاطع ٩٠° ومع ذلك فقد تكون هذه الزاوية واقعة بين الصفر و ١٨٠°. وتصنع التروس المخروطية طبقا لهذه الزاوية .

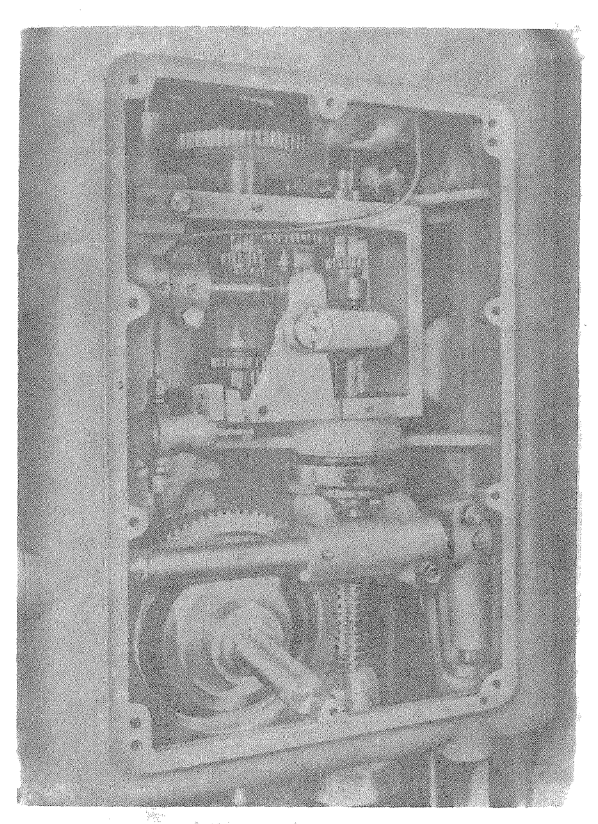
وهناك تروس مخروطية عدلة ، وتروس مخروطية حلزونية ، وتروس مخروطية مزدوجة وأخرى مقوسة .



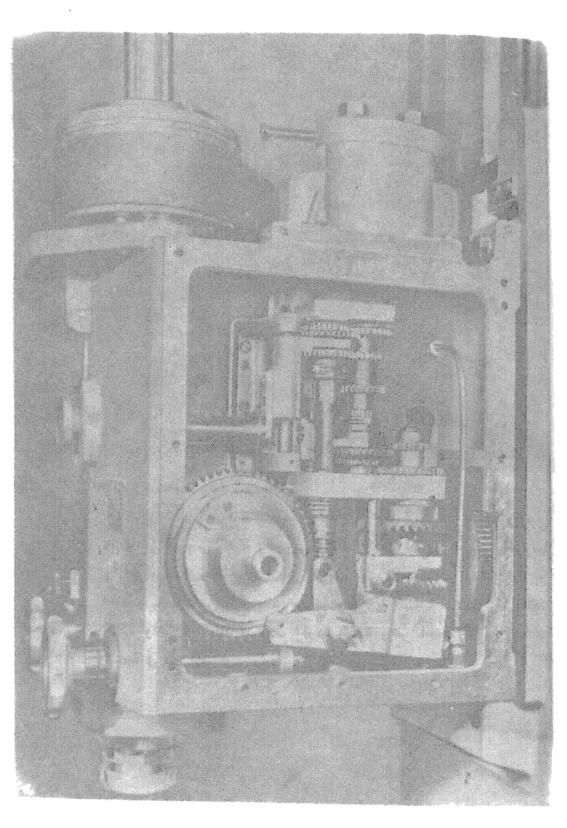
شكل ٢٨٨ : تروس مخروطية عدلة



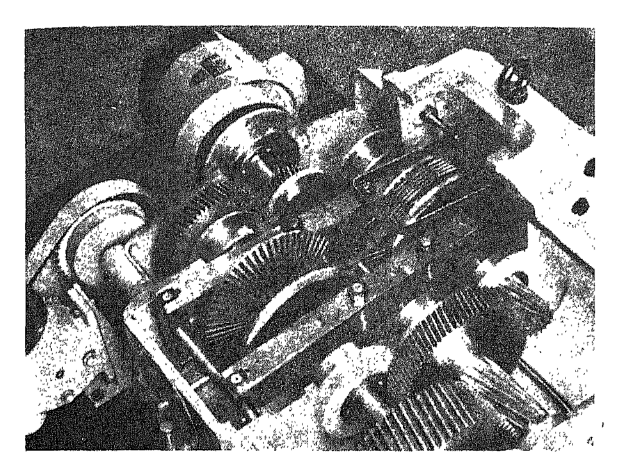
شكل I صندوق تروس يحتوى على تروس عدلة (مستقيمة)



شكل II علبة تروس لمكنة ثقب رأسية

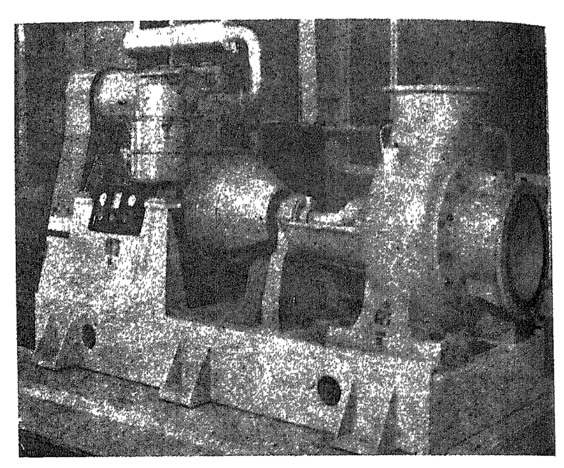


شكل III تروس إدارة عمود الإدارة ، وصندوق التغذية لمكنة تجويف دلائل التشغيل .

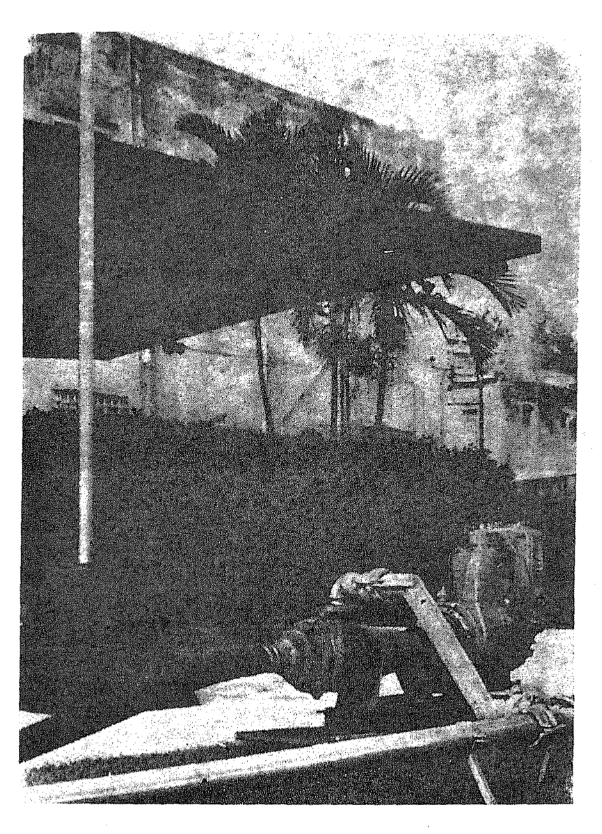


شكل IV تروس متغيرة لانهائية السرعات

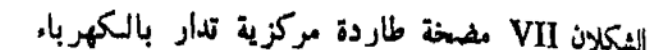
الصورة المبينة توضح الأعمدة وحامل الأعمدة والأعمدة المخددة وأزواج معشقة من التروس العدلة والتروس المائلة (الحلزونية) والتروس المخروطية والأجزاء المكنية الأخرى السابق شرحها . والأجزاء الموضحة عبارة عن قطاعات لمنتجات من صنع بعض مصانع جمهورية ألمانيا الديمقراطية . فالدقة العالية والمهارة الفائقة تكفلان الجودة العالية وعمر الخدمة الطويل للمكنات المنتجة فى هذه المصانع .



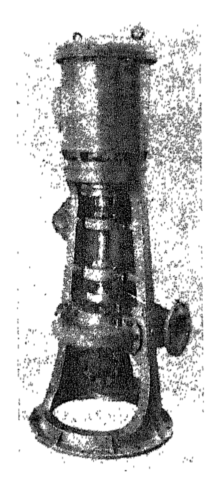
شكل ٧ مضخة طاردة مركزية بمحرك ديزل
طراز My ٣٠٠ B
التصرف = ٧٥٠ متر مكعب/ساعة
المنسوب = ١٢ متر
قدرة المحرك = ٥١ قدرة حصانية



شكلVI مضخة طاردة مركزية بمحرك للرى
المنتج : VEB Pumpenwerk Halle (Saale) G D R



الشكلان VII مضخة طاردة مركزية تدار بالكهرباء

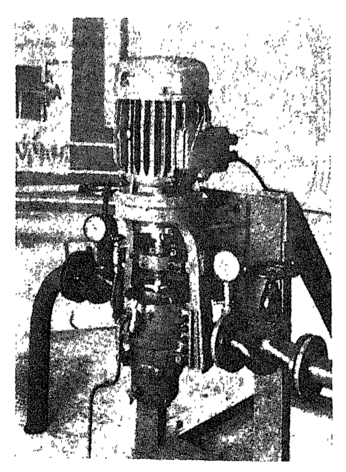


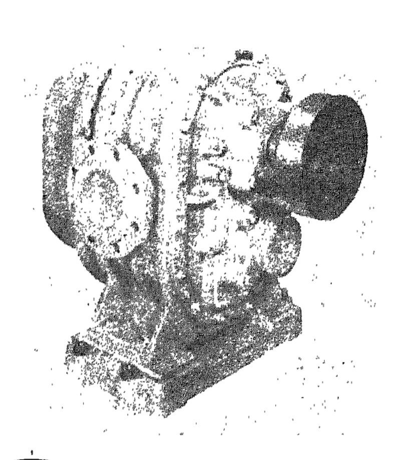
VIII تركب هذه المضخات فى السفن حيث تستخدم فى الأعمال البحرية وتبريد المياه وإطفاء الحريق .

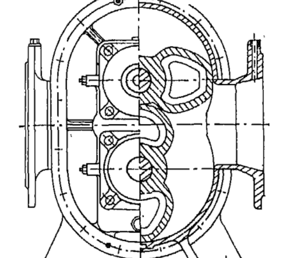
التصرف : من ١٥ إلى ٤٠٠ مترمكعب/ساعة، وهو يتوقف على مقاس المضخة .

المنسوب : من ١٣ إلى ١٠٠ متر

المنتج: VEB Pumperwerk Exfurt, G D R



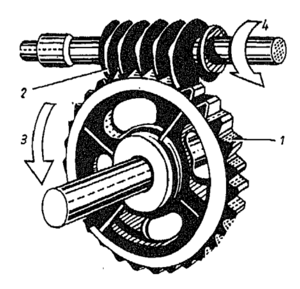




الشكلان IX ضاغط هواء قطرى بكباسات للامداد

X بالهواء المضغوط، وهواء الاحتراق ، والغازات والتفريغ . . الخ . ويتوقف على طراز ضاغط الهواء المستعمل ، معدل التدفق (التصرف) وهو من ٥٢ إلى ٥٠٠٠٠ متر مكعب/ساعة وبضغط يبلغ الضغط الجوى تقريبا ويصل إلى ٨ متر من ارتفاع عمود الماء .

المنتج : VEB Pumpen-und Geblasewerk Leipsig, GDR



شكل ٢٨٩ : الترس الدودى والعجلة الدودية
1 عجلة دودية
2 ترس دودى
3 إتجاه دوران العجلة الدودية
4 إتجاه دوران الترس الدودى

التروس والعجلات الدودية (التروس البريمية) :

تستعمل التروس والعجلات الدودية فى حالة المحاور المتقاطعة ويفضل استعمال هذه التروس والعجلات الدودية عندما يتطلب الأمر الحصول على نسبة تخفيض كبيرة . وعند دوران الترس الدودى دورة كاملة ، تتحرك العجلة الدودية بمقدار سن واحدة فإذا كان عدد أسنان العجلة الدودية ٤٠ سنا فيجب أن يدور الترس الدودى ٤٠ دورة لكى تدور العجلة الدودية دورة واحدة (شكل ٢٨٩) .

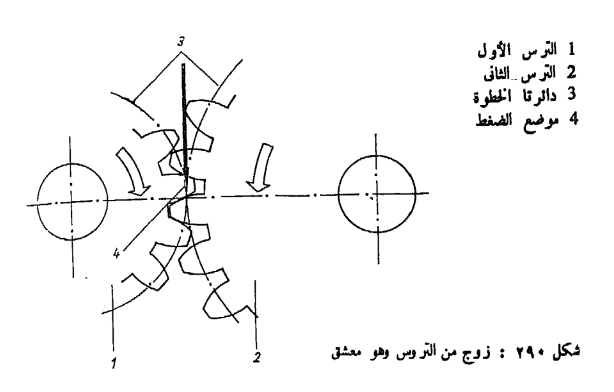
(ج) تمرين على التجميع :

عند تجميع التروس يتوقف كل شئ على ترتيب الأعمدة على مسافات تكفل تلامس دائرتى الخطوة (ق١) لكل ترسين معشقين ببعضهما البعض . وهذا يحقق الحركة الملساء لسن أحد الترسين فى فراغ السن المناظر لها فى الترس المقابل ، وبالتالى العمل الصحيح للترسين المتزاوجين(شكل٢٩٠) .

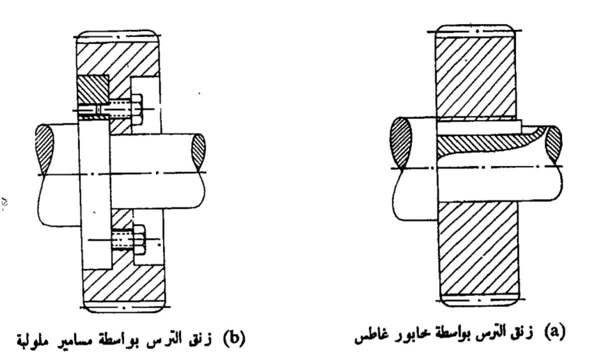
ويبدأ تجميع وسيلة الإدارة بالتروس بتركيب التروس على أعمدتها . ونظرا لأن التروس يجب أن تدور بالشكل المضبوط تماما ، لذلك فإنها تركب أعمدتها بتوافق قسرى بواسطة الخوابير المتوازية . ويمكن كذلك ربط الترس على شفة (فلانشة) بالمسامير الملولبة . وفى حالات عديدة تركب التروس على أعمدتها بحيث تكون حرة الدوران عليها . وإذا أريد تشغيل التروس فى أوضاع مختلفة فإنها تركب ، بحيث يمكن تحريكها على أعمدتها ، بواسطة خوابير غاطسة انزلاقيـــة (شكل ٢٩١) .

والتروس ذات المقاس الصغير ، والتى تعرف بالتروس الصغيرة (تروس البنيون) تصنع مع أعمدتها قطعة واحدة ، وخصوصا إذا كانت القوى المطلوب نقلها كبيرة . والتروس المركبة على المحاور بحيث تكون حرة الدوران تزنق فى الوضع المطلوب بإحدى وسائل الزنق المتعـــددة (انظر باب الخوابير الغاطسة) .

وبعد تركيب الترس على العمود ، يركب العمود فى محامله . وقبل إجراء هذا يجب ، بالنسبة



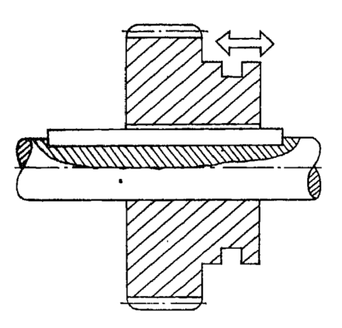
شكل ٢٩٠ : زوج من التروس وهو معشق

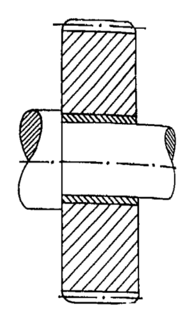


(a) زنق الترس بواسطة خابور غاطس

(b) زنق الترس بواسطة مسامير ملولبة

شكل ٢٩١ : تركيب التروس على الأعمدة



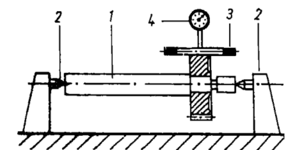


(d) الترس مركب بحيث يمكن الإنتقال فى الإتجاه المحورى (مركب على خابور إنزلاقى غاطس)

(c) ترس مركب على محمل المحور

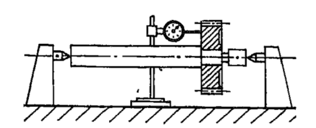
التروس التى يتطلب الأمر تشغيلها بدقة متناهية مراجعة أخطاء السن التى تتسبب فى الانحراف القطرى (مقدار انحراف الترس عن الضبط عند المحيط) وأخطاء السن التى تتسبب فى الانحراف المحورى (مقدار انحراف الترس عن الضبط الصحيح فى الاتجاه المحورى) وبعد ذلك يراجع إتزان الترس (انظر القارنات والقوابض) .

وعند مراجعة ترس لمعرفة أخطاء السن التى تتسبب فى الانحراف القطرى ، وهى تعرف أيضا باسم الدوران اللامركزى (أو الاكسنتريكى) يركب العمود وبه الترس بين ذنبتين بحيث يكون حر الدوران . ويوضع عمود قياس مستدير المقطع (مدور) فى الفراغ بين كل سنين متتاليتين ، ويحدد أى انحراف باستعمال محدد القياس ذى القرص (شكل ٢٩٢)



1 عمود وبه ترس
2 مركزان (زنبتان)
3 قضيب قياس
4 محدد قياس بقرص مدرج

شكل ٢٩٢ : ترتيبة مراجعة التروس لتحديد الأخطاء التى تتسبب فى الانحراف القطرى للسن . (مقدار الانحراف الحقيقى للترس عند محيط الدائرة)

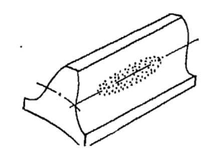


شكل ٢٩٣ : ترتيبة مراجعة التروس لتحديد الأخطاء التى تتسبب فى الانحراف المحورى(مقدار الانحراف الحقيق للترس فى الإتجاه المحورى)

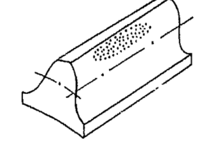
وعند مراجعة ترس لمعرفة أخطاء السن التى تتسبب فى الانحراف المحورى ، تستعمل نفس ترتيبات الاختبار السابقة ، غير أن محدد القياس ذا القرص يوضع على وجه الترس ، ويدار العمود ببطء (شكل ٢٩٣) .

وبعد تركيب الأعمدة ، والتروس مركبة عليها ، فى الحامل يراجع التلامس بين أسنان كل زوجين متزاوجين من التروس . فتغطى أسنان التروس المتزاوجة بالحبر . وبعد عدة دورات تترك نقط التلامس أثرا على جوانب الأسنان (شكل ٢٩٤) .

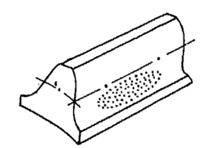
وعند تجميع وسائل الإدارة بالتروس لا يستعمل إلا الدقاق المطاطى ، أو الخشبى . وإذا تطلب الأمر استعمال سنابك فيجب أن تكون من معدن طرى ، مثل النحاس الأحمر أو النحاس الأصفر ، لوقاية الأعمدة أو التروس من التلف .



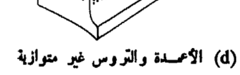
(a) التلامس الصحيح للسن



(b) المسافة بين الأعمدة كبيرة جداً



(c) المسافة بين الأعمدة صغيرة جدا



(d) الأعمدة والتروس غير متوازية

شكل ٢٩٤ : مراجعة تلامس أسنان التروس

٤ ـ وسائل الإدارة بالتروس المركبة :

تحتوى وسائل الإدارة بالتروس المركبة على مجاميع متعددة من التروس . وهى تعرف كذلك باسم صناديق التروس أو ، باختصار ، التروس . فالمحركات الأساسية ، ومنها مثلا المحركات الكهربائية ، لهـا نطاقات قياسية من السرعات لا تناسب أى دورة لأى مكنة إنتاج . لهذا الغرض تستعمل صناديق التروس لتغيير سرعات المحركات الأساسية تدريجيا . وتزود أى مكنة فى الغالب بصندوق تروس واحد أو أكثر ويجب تصميم المكنات بحيث يمكن تغيير سرعاتها بسهولة وبسرعة .

وتنقسم وحدات التروس إلى مجموعتين رئيسيتين ، وهما وحدة التروس الثابتة (غير القابلة للحركة) ووحدة التروس المنزلقة (القابلة للحركة) .

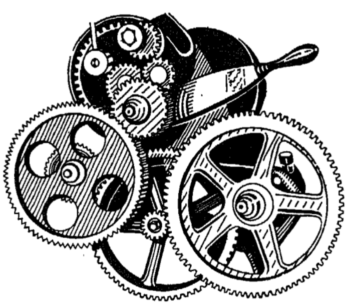
وتتكون وحدة التروس الثابتة من تروس دائمة التعشيق . وتتغير سرعات هذه الوحدة بتغيير التروس ، لذلك يسمى هذا النوع من التروس باسم التروس القابلة للتبديل أو التروس المتغيرة (شكل ٢٩٥) .

ويفضل فى المكنات الحديثة استعمـال وحدة التروس (التى يمكن تحريكها) .

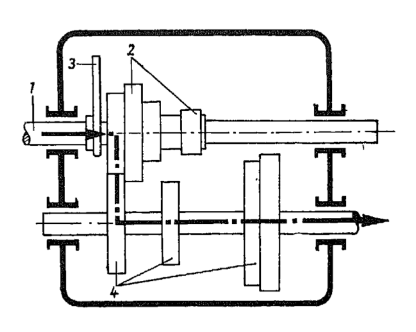
وتجمع عدة تروس فى مجموعة واحدة يمكنها التحرك على العمود المدير بواسطة آلية نقل لتعشيقها بالتروس المقابلة لهـا على العمود المدار . ويعرف هذا النوع من التروس وآلياتها كذلك باسم صندوق التروس المنزلقة (شكل ٢٩٦) .

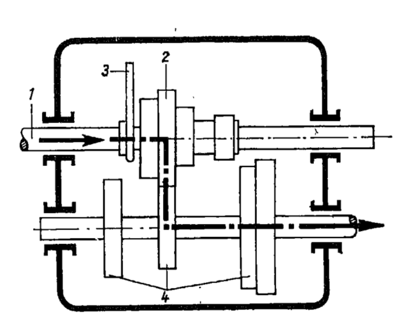
وبجانب صندوق التروس المنزلقة تستخدم العجلات المسننة المتصلة ببعضها البعض بالقارنات. لنقل القوى يوصل زوج من العجلات المسننة (التروس) المتقابلة بواسطة قارنة (شكل ٢٩٧) .

والفكرة الأساسية فى عمل التروس ذات السرعات المتغيرة اللانهائية هى التغيير المستمر لنسبة الأقطار بين العمود المدير وبين العمود المدار (شكل ٢٩٨) .

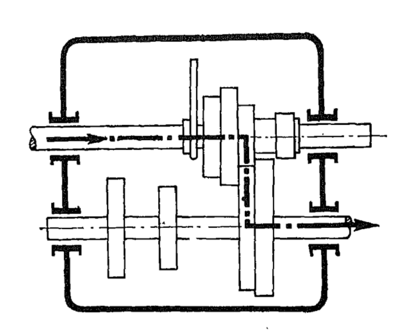


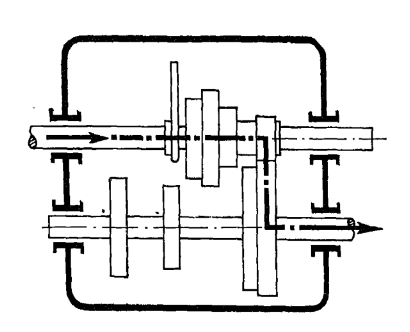
شكل ٢٩٥ : مجموعة بسيطة بتروس متغيرة



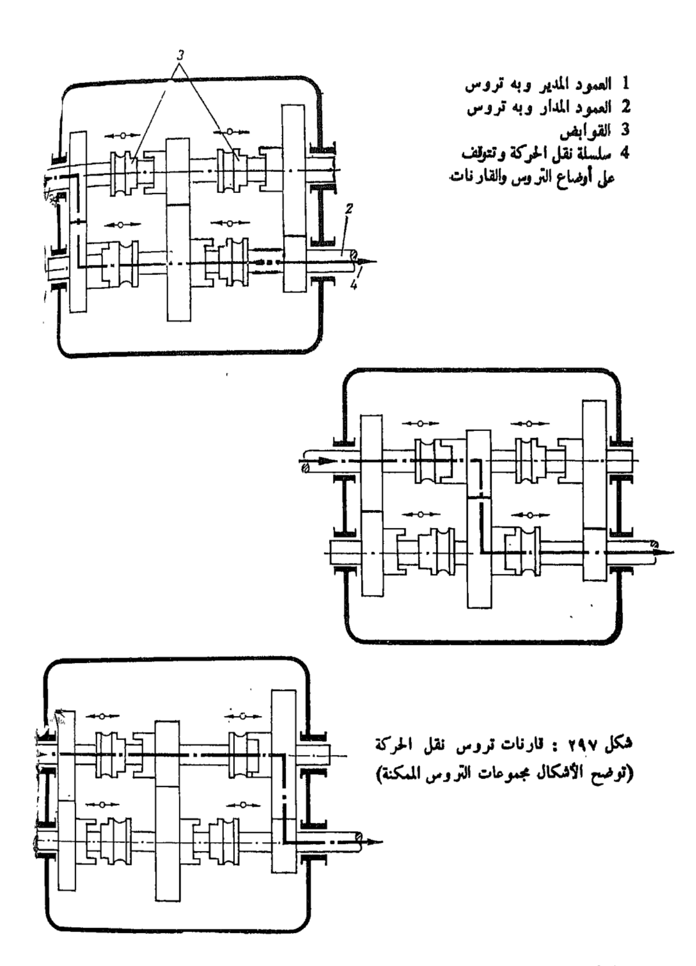


شكل ٢٩٦ : صندوق تروس تعشيق منزلقة بأربع سرعات (توضح الأشكال مجموعات التروس للسرعات الأربع) .

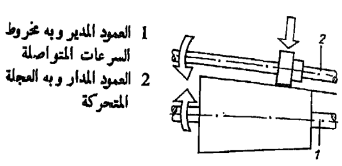




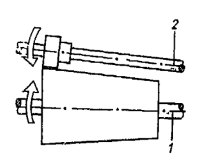
1 العمود المدير
2 مجموعة من التروس أو تروس البنيون يمكنها الإنزلاق عـلى عمود الإدارة
3 ذراع ثقل التروس
4 التروس أو تروس البنيون المثبتة بالعمود المدار



شكل ٢٩٧ : قارنات تروس نقل الحركة
(توضح الأشكال مجموعات التروس الممكنة)



(a) العمود المدار يدور بسرعة بطيئة



(b) العمود المدار يدور بسرعة عالية

شكل ٢٩٨ : آلية النقل بمخروط السرعات المتواصلة

خامسا : عناصر المكنات المستخدمة لتحويل الحركات :

١ — الآليات المرفقيـــة :

تستخدم الآليات المرفقية ، التي تعرف كذلك باسم المجموعات المرفقية ، لتحويل الحركة الدورانية إلى حركة مستقيمة أو العكس . فإذا أريد على سبيل المثال ، تحويل الحركة الدورانية إلى حركة مستقيمة ، فني هذه الحالة يلزم وجود مرفق دوار ، وذراع توصيل مناسبة ودليل مستقيم (شكل ٢٩٩) .

أنواع الآليات المرفقية :

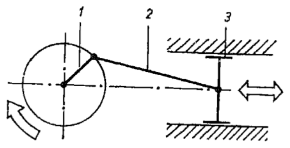
أبسط أنواع الآليات المرفقية هو اليد المرفقية . وهى تستعمل لنقل القوى الدورانية، كما هى الحال فى جهاز الرفع (شكل ٣٠٠) .

وهناك نوع آخر من الآليات المرفقية سبق ذكره فى قسم « الأعمدة »، وهو العمود المرفقى. وتستعمل الأعمدة المرفقية أساسا فى محركات الاحتراق الداخلى . ويتم شوط الصعود والهبوط عن طريق العمود المرفقى ومعه ذراع التوصيل . وفضلا عن محركات الاحتراق الداخلى فإن العمود المرفقى يستخدم فى المضخات الترددية (شكل ٣٠١) .

وتستعمل الأقراص اللامركزية بدلا من المرافق إذا أريد الحصول على حركة مستقيمة ذات طول قصير . والاقراص اللامركزية هى أجزاء مكنية يمكن تركيبها فى أى موضع على العمود . وهى تستعمل بصفة خاصة كآلية فعالة فى المكابس اللامركزية (شكل ٣٠٢) .

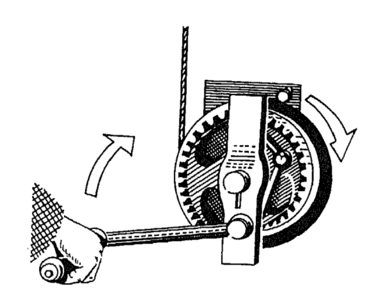
وقد يكون ضروريا فى بعض الأحيان استعمال آليات مرفقية منخفضة (أصابع دافعة) وكامات ، كعضو تحكمى لإدارة أجهزة التحكم (شكل ٣٠٣) .

وفى حالة الآليات المرفقية العادية ، تتساوى سرعة العناصر الترددية فى المجموعة المرفقية . ولا ينطبق هذا على الكتلة المرفقية المنزلقة المتذبذبة الخاصة بالمقشطة النطاحة (شكل ٣٠٤) .

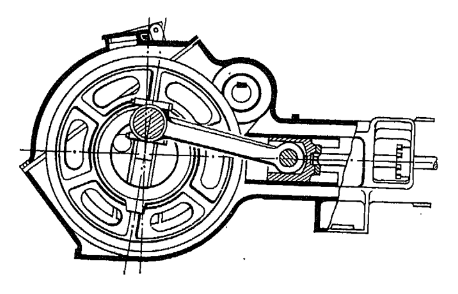


شكل ٢٢٩ : الفكرة الأساسية فى تشغيل الآلية المرفقية

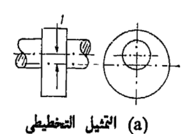
1 المرفق الدوار 2 ذراع التوصيل 3 دليل مستقيم



شكل ٣٠٠ : ذراع التدوير



شكل ٣٠١ : مضخة ترددية



(a) التمثيل التخطيطى

(b) قرص لا تمركزى قابل للانضغاط

1 اللاتمركزية

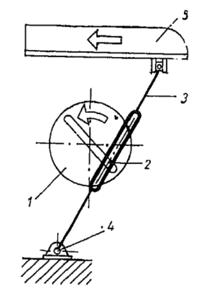
شكل ٣٠٢ : بكرة محزوزة لا تمركزية (إكسنتريك)

(a) الحدبة (الكامة)

(b) التحكم فى الحدبة

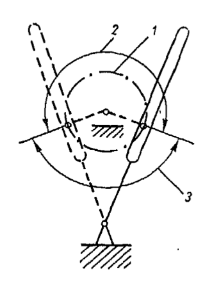
1 أقصى شوط

شكل ٣٠٣ : آلية الذراع الدوار المنخفض الحدبة (الكامة)



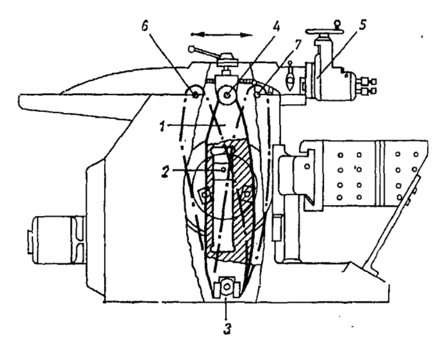
شكل ٣٠٤ : ذراع دوار انزلاق متذبذب

1 قرص المشقبية المرفقية
2 إصبع مرفق
3 ذراع ترجحية
4 محور ارتكاز ثابت
5 دليل مستقيم



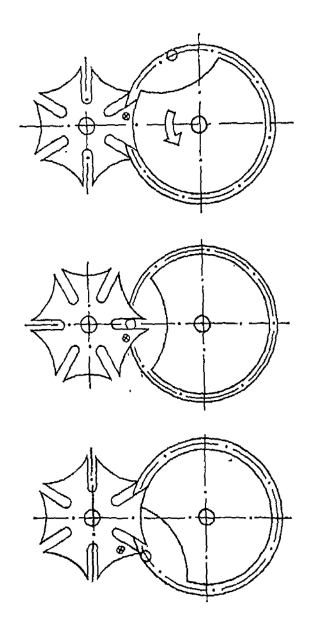
شكل ٣٠٥ : السرعات الأمامية والعكسية (رسم تخطيطى)

1 المسافة الكلية لمسار الإصبع المرفق
2 مسار الإصبع فى شوط التقــدم
3 مسار الإصبع فى شوط الرجوع



شكل ٣٠٦ : ذراع دوار إنزلاقى متذبذب مركب فى المقشطة النطاحة

١ ذراع ترجحية
2 قطعة دليلية بإصبع مرفق
3 محور ارتـكاز ثابت
4 الاتصال بكتلة العدة المنزلقة
5 كتلة العدة المنزلقة (الراسمة)
6 النقطة الميتة الخلفية
7 النقطة الميتة الأمامية



شكل ٣٠٧ : طريقة عمل صليبة « مالتيز Maltese » (الجزء المرقم يوضح طريقة التشغيل)

وتتسبب الحركة الدورانية للقرص المرفق المشقوب فى تحريك الذراع الترجحية . وتكون السرعة الأمامية أصغر من سرعة الرجوع (شكل ٣٠٥) .

وتصمم الذراع الترجحية بحيث يمكن للبنز (الإصبع) المرفق ، المركب فى القطعة الدليلية الموبلة فى المجرى الدليلية بالذراع ، التحرك فى اتجاه المحور الطولى للذراع المترجحة . وتستعمل هذه الترتيبة بصفة خاصة فى المقاشط النطاحة (شكل ٣٠٦) .

والشكل الخاص للذراع الترجحية هو صليبة « مالتيز » التى تستعمل إذا أريد تحويل الحركة الدورانية إلى حركات مستقيمة صدمية (مهتزة) . وطريقة عمل صليبة مالتيز مبينة فى (شكل ٣٠٧)

٢ – تمرين على التجميع :

عند تجميع الآليات المرفقية يجب بذل عناية خاصة للتأكد من وجود خلوص صغير فى الوصلة بين المرفق وذراع التوصيل والدليل المستقيم . فإذا كان الخلوص كبيرا فقد تحدث صدمات أو أحمال صدمية فى النقطتين الميتتين العليا والسفلى تؤدى إلى تآكل سريع فى الآلية المرفقية . وتحدث القوى العالية ، المتسببة من عدم إتزان الأوزان ، فى حالة السرعات العالية نظرا لأن المرفق عند دورانه يدفع العمود فى جانب واحد منه فقط . ويمكن موازنة هذه القوى بواسطة أثقال موازنة . ويجب العناية خاصة بالتثبيت الصحيح لأثقال الموازنة عند تجميع الآليات المرفقية.

سادسا : عناصر المكنات المستخدمة لتوصيل السوائل والغازات والأبخرة :

هناك عناصر مكنية مختلفة لتوصيل السوائل والغازات والأبخرة . وطالما كان الإهتمام هنا بإنشاء المكنات فسوف تعطى الأهمية الخاصة لصنع أو إصلاح المضخات والصمامات .

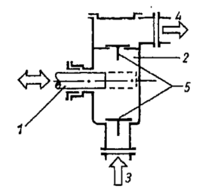
١ – المضخات الترددية :

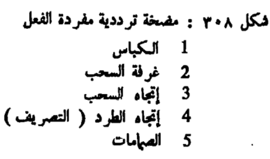
(أ) طريقة عملها :

هناك نوعان رئيسيان من المضخات ، المضخات الترددية ويطلق عليها أيضا المضخات ذات المكابس والمضخات الطاردة المركزية . وفى المضخات الترددية ينزلق الكباس فى الأسطوانة ، ذات السطح الداخلى ، المشطب تشطيبا جيداً ، ليقوم بالحركات الترددية . فى شوط السحب ، يسحب الكباس السائل أو أى مادة أخرى ، وفى شوط الطرد يدفع الكباس السائل أو المادة المطلوب دفعها فى خط المواسير (شكل ٣٠٨) .

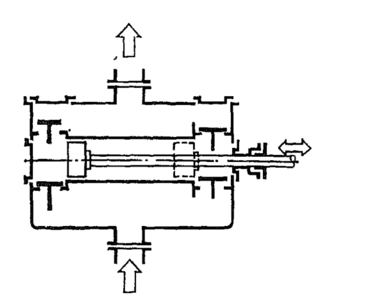
وفى المضخات الترددية المزدوجة الفعل يقوم الكباس بالسحب والطرد فى أى من الشوطين فى وقت واحد (شكل ٣٠٩) .

وعيب المضخات الترددية هو النخع عند الطرد .




شكل ٣٠٨ : مضخة ترددية مفردة الفعل

1 الكباس
2 غرفة السحب
3 إتجاه السحب
4 إتجاه الطرد (التصريف)
5 الصمامات



شكل ٣٠٩ :
مضخة ترددية مزدوجة الفعل

(ب) تمرين على التجميع :
عند تجميع أجزاء غلاف المضخة ، يجب استعمال مادة منع التسرب . وقد تكون هذه المادة حشوا من الورق المشحم (المزيت) أو ورق كرتون مقوى بفتائل معدنية دقيقة أو مركبات منع التسرب ذات المكونات المختلفة ، وإذا تطلب الأمر ضخ مواد ساخنة أو مادة فتاكة فيجب استخدام مادة منع التسرب التى ينص عليها المصنع المنتج . ويجب الإهتمام بصفة خاصة بدليل ذراع الكباس . وتتحرك ذراع الكباس فى صندوق الحشو الذى يستعمل لمنع التسرب من الفراغ الموجود بين هذه الذراع وبين غلاف المضخة (شكل ٣١٠) .

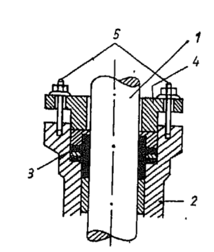
ويولج حشو صندوق الحشو بعناية فى الفراغ الموجود بين ذراع الكباس وبين غلاف المضخة . ولهذا الغرض يجب خلع جلبة الذراع الخاصة بصندوق الحشو . ويجب التأكد من أن سمك مادة الحشو فى صندوق الحشو منتظم فى جميع النقط على المحيط . وبعد تركيب جلبة الذراع وربط الصواميل ، يضغط الحشو فى مقابلة الغلاف وذراع الكباس . ثم تدار المجموعة لاختبارها فإذا تسرب السائل فى أثناء التشغيل من حشو صندوق الحشو فعندئذ يجب أن يحكم رباط الصواميل حتى يتم إحكام صندوق الحشو تماما .

ولا يمكن تحقيق الكفاءة للمضخات ذات الكباسات إلا إذا كانت الصمامات تعمل بطريقة صحيحة . ويتكون الصمام من عضو منع للتسرب وقاعدة (كرسى) الصمام (شكل ٣١١) .

ويصنع عضو منع التسرب من النحاس الأصفر ، أو البرونز أو البلاستيك . وعند إختبار العمل الصحيح للصمامات ، يجب التأكد من عدم حدوث أى تسرب من منطقة قاعدة الصمام . فإذا كان الصمام غير محكم فيجب تجليخ قاعدة الصمام والعضو المانع للتسرب . .

ولإجراء عملية التجليخ يوضع مركب التجليخ على كل من قاعدة الصمام والعضو المانع للتسرب ، ثم يلفف العضو المانع للتسرب لفات قصيرة فى كلا الإتجاهين .

وتستعمل الصمامات المحملة باليايات فى المضخات ذات معدل التصرف العالى . ويجب أن تكون لشوط السحب للكباس المقدرة على التغلب على ضغط الياى .



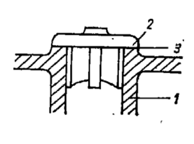
(a) صندوق بحشو جلد :

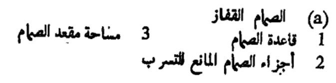
1 ذراع الكباس
2 غلاف صندوق الحشو
3 الحشو الجلدى
4 جلبة الذراع
5 مسامير التثبيت

(b) صندوق بحشو معدنى

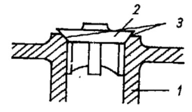
1 ذراع الكباس
2 غلاف صندوق الحشو
3 حشو الصندوق بمعدن « بابت »
4 جلبة برونزية مسلوبة
6 حلقة تغطية الحشو الطرى
6 جلبة الصندوق
7 مسامير التثبيت

شكل ٣١٠ : صناديق الحشو





(a) الصمام القفاز
1 قاعدة الصمام
2 أجزاء الصمام المانع للتسرب
3 مساحة مقعد الصمام



(b) الصمام المخروطى
1 قاعدة الصمام
2 الصمام المانع للتسرب
3 مساحة مقعد الصمام

شكل ٣١١ : أنواع الصمامات

(٢) المضخات الطاردة المركزية :

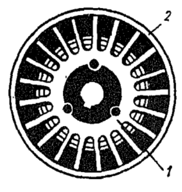
(أ) طريقة عملهـا :

تتميز المضخات الطاردة المركزية عن المضخات الترددية بقدرتها على التصريف المستمر للسائل المضخ . لذلك يفضل استعمال المضخات الطاردة المركزية إذا كان منسوب الضخ منخفضا ، أو تطلب الأمر معدل تدفق عال . ونظرا لخلو المضخات الطاردة المركزية من الصمامات لذلك فإنها تخصص لضخ المواد الغليظة (العجينية) والمواد ذات اللزوجة العالية (شكل ٣١٢) .

(ب) تمرين على التجميع :

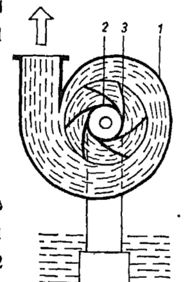
ينطبق كل ما قيل عن منع التسرب فى المضخات الترددية على المضخات الطاردة المركزية . وحيث أن المضخات الطاردة المركزية تعمل بسرعات دورانية عالية ، لذلك يجب بذل عناية شديدة بالتركيب الصحيح للدافعة فى الحامل المناسبة لها ، فضلا عن تزييتها الكافى بالشكل الصحيح .

وإذا كانت المضخة تعمل بمنسوب عال فإن دفاعة واحدة فى هذه الحالة لا تكون كافية . لهذا تركب عدة دفاعات بجانب بعضها البعض . ويسمى هذا النوع من المضخات الطاردة المركزية باسم المضخات الطاردة المركزية المتعددة المراحل . وعند تجميع المضخات الطاردة المركزية المتعددة المراحل يجب العناية بتركيب الدفاعات تركيبا صحيحا فى مبايتها (أغلفتها) . فإذا كان الفراغ بين الدفاعة وبين الغلاف كبيراً جدا ، يصبح الشغل (الدفع) المؤدى فى هذه المرحلة غير كاف . والطريقة العملية لتركيب الدفاعات فى غلاف المضخة تم بتجليخ الدفاعات فى مبايتها باستعمال مركب التجليخ (شكل ٣١٣) .



شكل ٣١٣ : الدفاعة داخل غلاف المضخة الطاردة المركزية

1 الدفاعة 2 الغلاف



شكل ٣١٢ : طريقة عمل المضخة الطاردة المركزية

1 الغلاف 3 المص (السحب)

2 المروحة (الدفاعة)

الفصل الثالث

المـــواد

أولا : الصلب (الفولاذ) :

١ — مبادئ عامة :

تصنع جميع المواد المستعملة فى الصناعات الهندسية من مواد التشغيل الأساسية المستخرجة من الطبيعة . وأهم المواد المستعملة فى الصناعات الهندسية هى المعادن . وتنقسم المعادن إلى مجموعتين رئيسيتين ، هما المعادن الحديدية والمعادن اللاحديدية .

المعادن الحديدية	المعادن اللاحديدية
الصلب	النحاس الأحمر
الحديد الزهر	الخارصين (الزنك)
الحديد المتلبد	الألومنيـــوم

وتتطلب الصناعات الهندسية أساسا الصلب والحديد الزهر . والحديد الزهر من خير المواد المناسبة للصب فى القوالب . لهذا السبب فإنه يستعمل لسباكة الأجزاء المكنية المتعددة الأشكال مثل الأعمدة ، ومبايت التروس ، والمبايت الأخرى المستخدمة فى الأغراض المختلفة . . . الخ . ويورد الصلب للصناعات الهندسية على هيئة سلع نصف مصنعة ، مثل القضبان أو المواسير أو الألواح . وهو يستعمل لصنع عناصر إنشائية متعددة تدخل فى بناء المكنات ، ولصنع العدد وأشياء أخرى كثيرة . وتتوقف متانة الصلب المطلوب على الغرض من استعماله . وتحدد بمعرفة المنتج متانة وتركيب الرتب المختلفة للصلب ، وخاصة النسبة المئوية للكربون والمواد الأخرى فيه . وهذه النسب قياسية .

٢ — رتب الصلب : خواصها واستعمالهـــا :

ينقسم الصلب ، تبعا لتركيبه ، إلى الصلب اللاسبائكى ، والصلب السبائكى المنخفض والصلب السبائكى العالى .

ويعتبر الصلب لاسبائكى إذا كانت النسبة المئوية للكربون فيه من ٠٫٠٥٪ إلى ١٫٧٪ وكانت أقصى نسب مئوية لمحتويات الحديد هى : سليكون ٠٫٣٥٪ ، منجنيز ٠٫٨٪ فوسفور ٠٫٠٧٪ كبريت ٠٫٠٦٪ .

ويحتوى الصلب السبائكى المنخفض ، بجانب الكربون من ٠٥,٠٪ إلى ١,٧٪ ، على مالا يزيد على ٥ ٪ من العناصر السبائكية الخاصة . والصلب المحتوى على أكثر من ٥ ٪ منها يعتبر صلباً سبائكيا عاليا . وتؤثر العناصر السبائكية على خواص الصلب . ويمكن ضم الصلب اللاسبائكى ، والصلب السبائكى المنخفض والصلب السبائكى العالى فى مجموعة واحدة وهى صلب الإنشاءات وصلب العدة ، حسب الغرض من الاستعمال . ويستعمل صلب الإنشاءات لصنع أجزاء المكنات ، وأجسام المركبات والخزانات والمراجل (الغلايات) ، بينما يستعمل صلب العدة لإنتاج العدد .

الصلب السبائكى :

يمكن عمل تصنيف آخر للصلب على أساس النسبة المئوية التى يحتويها من الفوسفور والكبريت ، وحسب درجة التنقية يمكن درج الصلب تحت أحد الأقسام الرئيسية التالية :
صلب منخفض الكربون ، صلب عالى الرتبة ، صلب فائق النقاوة .

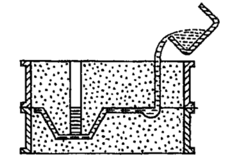
وللصلب المنخفض الكربون مقاومة شد يضمنها المنتج فى الغالب ، ويتوقف استعمال هذا الصلب أساسا على مقاومته (متانته) فى درجة الحرارة العادية (درجة حرارة الغرفة) . ولا يعرض هذا الصلب لأى معاملة حرارية بعد تشكيله .

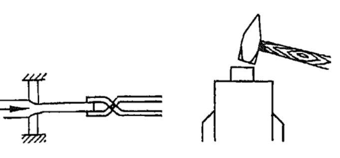
ولا تتحدد خواص الصلب اللاسبائكى إلا من العناصر التى يحتويها الحديد ، وخصوصا الكربون ، لهذا يعرف هذا الصلب باسم الصلب الكربونى .

والصلب اللاسبائكى المحتوى على أكثر من ٣٥,٠٪ كربون لديه المقدرة والقابلية للتصليد .

وكلما كانت نسبة الكربون عالية كانت صلادته أكبر عند التوريد . وكلما كانت نسبة السليكون والفوسفور والكبريت منخفضة إرتفعت درجات حرارة التشغيل ، وزادت إمكانية التغير فى درجات الحرارة التى يتعرض لها الصلب .

ويمكن تصليد الصلب بالتغليف إذا كانت نسبة الكربون فيه أقل من ٢,٠٪ والكبريت حوالى ٠٤٥,٠٪ ، والفوسفور حوالى ٠٤٥,٠٪ (صلب الرتبة C) . ويعرف هذا الصلب كذلك باسم صلب التصليد بالتغليف . والصلب المحتوى على نسبة من ٢,٠٪ إلى ٦,٠٪ ونفس نسبة الفوسفور والكبريت الموجودة فى صلب التصليد بالتغليف يورد من مصانع الحديد والصلب فى الغالب وهو فى حالة تخمير حرارى (تلدين) . ولهذا السبب فإنه يسمى الصلب المخمر (الملدن) . ويجب أن لا يتعرض هذا الصلب لأى معاملة حرارية أخرى (حدادة لحام) بواسطة المستعمل له لأن ذلك الإجراء قد يبطل (يعادل) تأثير عملية التلدين .





(a) صب (سباكة) الصلب (b) تشكيل الصلب بالحدادة (c) سحب الصلب

شكل ٣١٤ : معاملة الصلب وتشكيله

والصلب اللاسبائكي لديه المقدرة والقابلية الفائقة للصب (مصبوبات الصلب) .ومصبوبات الصلب المحتوى على نسبة كربون منخفضة (لا تقل عن ٠٫٢٪ كربون) شديدة المتانة وتقبل التشكيل على الساخن (الحدادة ، والكبس ، والدلفنة) والتشكيل على البارد (الدلفنة ، والسحب) كما يمكن تعريضها بنجاح لعمليات اللحام باللهب واللحام بالصهر (شكل ٣١٤) .

تأثيرات محتويات الحديد على الصلب اللاسبائكي :

محتويات الحديد والرمز	النسبة المتوسطة	التأثيرات على الصلب
كربون (ك)	من ٠٫١ إلى ١٫٦	يزيد من القوة ، والمقاومة ، والصلادة والقدرة على التصلد ؛ ويقلل من المتانة ، والمطيلية والمقدرة على التشكل بالحدادة ، والقابلية للطرق والقابلية للحام .
سليكون (س)	حتى ٠٫٤٥	يزيد من القوة ، والصلادة ، والمقدرة على التصلد ، كما يزيد من المرونة (صلب الياى) ، ويقلل من المقدرة على التشكل بالحدادة . وفى حالة صلب العدة يعمل على قصافته فى درجة السواد .
منجنيز (م)	من ٠٫٢ إلى ٠٫٨٠	يمنح المتانة دون صلادة خاصة . وهو جيد بالتصليد ، ويحسن فى مقدرته على التشكيل بالحدادة ، ينتزع الأكسجين كيمائيا (الاختزال) ويحسن من مقاومة التآكل نتيجة الطرق والصدمات. يصعب تشغيله .

محتويات الحديد والرمز	النسبة المتوسطة	التأثيرات على الصلب
فوسفور (فو)	من ۰٫۰۱إلى۰٫۱۰	يعطى لزوجة منخفضة عند الصهر ، ويقلل من المتانة والمطيلية ، ويصبح الصلب قصيفا وهو بارد (قصر البرودة للصلب المحتوى على أكثر من ۰٫۱٪) .
كبريت (كب)	بين۰٫۰۱إلى۰٫۰٦	يعطى لزوجة مرتفعة عند الصهر ، ويقلل من قابليته للحدادة واللحام ، ويصبح الصلب قصيفا فى درجة حرارة الاحمرار (قصر الاحمرار للصلب المحتوى على أكثر من ۰٫۱٪) .
أكسجين (أ)	متخلف من عمليات إنتاج الصلب	يقلل من قابليته للتشكل بالحدادة والدلفنة ، ويصبح الصلب قصيفا عند درجة حرارة الاحمرار.

والصلب اللاسبائكى المحتوى على كربون أقل من ۰٫۳٥ ٪ يستخدم أساسا فى الصناعات الهندسية وفى إنشاءات الصلب . وتصنع من هذا الصلب كذلك القضبان وملحقات الطرق الدائمة والأسلاك والأشرطة والألواح الدقيقة .

ويستعمل الصلب اللاسبائكى المحتوى على أكثر من ۰٫۳٥٪ كربون بمثابة صلب عدة نظرا لقابليته للتصلد . ومتانة صلب العدة أكبر منها لصلب الإنشاءات . ويستعمل صلب العدة اللاسبائكى أساسا فى صناعة عدد تشغيل الأخشاب وأجهزة القياس وأجهزة الجراحة .

ونادرا ما يستعمل الصلب اللاسبائكى لصنع عدد القطع (للمخرطة والمقشطة والمثاقيب وسكاكين التفريز . . . الخ) . وقد يكون هذا الصلب مستعملا حتى الآن لصنع عدد القطع المستخدمة فى السرعات المنخفضة .

أمثلة لاستخدامات الصلب اللاسبائكى :

الإسم	الاستخدام
الصلب الإنشائى (أو صلب الإنشاءات)	إنشاء المكنات (بالحدادة والدلفنة) ؛ القطاعات ، قضبان الصلب ، قضبان الصلب المبططة ، الصلب المستخدم فى صناعة اللوالب والمسامير البرشام والألواح والمواسير والأسلاك الصلب .
صلب التصليد بالتغليف	التروس والأعمدة المرفقية ، وأعمدة الكامات وأعمدة الإدارة ، والمخاريط ، وبنوز الكباسات، والمرتكزات، وبنوز (أصابع) السلاسل .
صلب مخمر (ملدن)	أجزاء المكنات المعرضة لإجهادات عالية والتى تتطلب المتانة والقوة المحددتين .
صلب العدة	طرى : القوالب ، والمكاشط اليدوية ، والمطارق . متين : الأجنات ، والشاقات ، والولائج وذكور اللولبة . متوسط الصلادة : سكاكين التفريز ، وذكوراللولبة ، ونصال المقصات . صلد : عدد المخارط ، وسلاح النجار (الكستير) وسكاكين قطع التروس وسكاكين التفريز .

الصلب السبائكى :

تضاف عناصر سبائكية للصلب إذا كانت محتويات الحديد غير قادرة على إكسابه الخواص المطلوبة بصفة خاصة .

ويمكن استعمال العناصر السبائكية لتغيير خواص الصلب ، وبالتالى فإنه يمكن زيادة المتانة بصفة خاصة بحيث يمكن التقليل من أبعاد الأجزاء المكنية وأوزان المكنات المنشأة . ويتقبل الصلب السبائكى التصليد بشكل أفضل منه للصلب اللاسبائكى . وعلى أية حال فإن قطع الصلب السبائكى أصعب عادة من قطع الصلب الكربونى العادى .

ويستعمل لإنتاج صلب العدة كل من المنجنيز والكروم والفانديوم والتنجستين والموليبدنوم وكذلك النيكل فى حالات خاصة . ويمكن تكوين الصلب السبائكى وفقا للمواصفات القياسية

التى تنص عليها المصانع المنتجة المتعددة . ويمكن الحصول على مكونات الصلب من الجداول الخاصة باستخداماته .

٣ – المعاملات الحرارية للصلب :

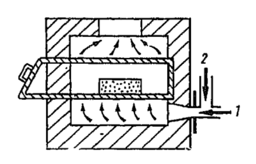
(أ) التصليد :

لاكساب أجزاء المكنات الخواص المطلوبة مثل الصلادة ومقاومة التآكل والصلابة . . . الخ ، يعرض الصلب لعمليات متعددة من المعاملات الحرارية مثل التصليد ، والتطبيع (المراجعة) ، والتلدين (التخمير) .

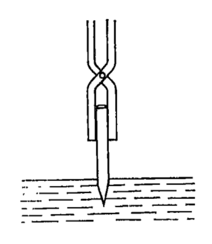
فإذا أريد زيادة درجة الصلادة ومقاومة الاحتكاك لقطع التشغيل،وحدود حوافى لقطع العدد القطع ، والأسطح الاحتكاكية للمرتكزات ، والأسطح العاملة للتروس ، فيجب أن تتعرض كل هذه المشغولات للمعاملة الحرارية التى تسمى عملية التصليد . ويصلد كل من الصلب السبائكى والصلب اللاسبائكى . ويحتوى الصلب القابل للتصليد على ٠٫٣٥٪ إلى ١٫٢٪ كربون . وتنقسم عملية التصليد إلى ثلاث مراحل هى التسخين والتبريد المفاجئ (السقية) والتطبيع . وتتراوح درجة حرارة التصليد عموما بين ٧٢٠°م إلى ٩٠٠°م .

وتسخن العدد الصغيرة ، مثل الأجنات ، والمطارق ، والسنابك . . . الخ ، فى معظم الأحيان فى كور الحدادة . ويستعمل الفحم النباتى كوقود نظرا لعدم احتوائه على الكبريت الذى قد يؤثر على خواص الصلب ولا يصلح كور الحدادة المحتوى على فحم الحفر الجديد (فحم حجرى جديد) لتسخين قطع التشغيل المطلوب تصليدها . فالكبريت المحتوى عليه هذا الفحم يجعل الصلب قصيفا . ويجب أن يكون سريان الهواء الداخل إلى النار التى تستخدم لتسخين قطع التشغيل وفقا للمعدل المطلوب للمحافظة على الاحتراق . فالهواء الوفير فى هذه الحالة يعمل على تشكيل القشور على قطعة التشغيل المطلوب تصليدها .
وقد تسخن هذه الأفران بالكهرباء أو باستخدام الغاز أو الزيت كوقود . وأحد هذه الأفران هو الفرن اللافح (شكل ٣١٥) .

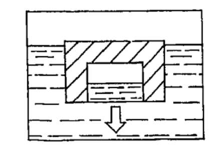
ويبرد الفرن المسخن لدرجة حرارة التصليد تبريدا فجائيا ويخمد (يطش) ومن ثم تسمى هذه الطريقة باسم التبريد الفجائى (السقية) . ولإجراء ذلك ترفع قطعة التشغيل من الفرن ثم تبرد فجائيا بغمسها فى سائل التبريد مع تحريكها بانتظام لتجنب الزيادة المفرطة فى درجة حرارة سائل التبريد المحيط بقطعة التشغيل (الشكلان ٣١٦ ، ٣١٧) . ويتوقف اختيار وسط التبريد على الغرض من استعمال قطعة التشغيل المطلوب تبريدها فجائيا .



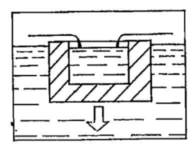
شكل ٣١٥ : الفرن اللافح



شكل ٣١٦ : التبريد الفجائى (السقية) لقطعة التشغيل



(a) الطريقة الصحيحة لتبريد جسم مجوف

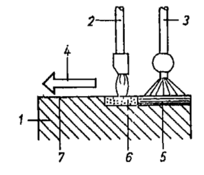


(b) الطريقة الخاطئة لتبريد جسم مجوف

شكل ٣١٧ : ممارسة التبريد الفجائى

شكل ٣١٨ : التصليد السطحى للصلب (التصليد باللهب)

1 قطعة التشغيل
2 الحارق (البورى)
3 دش
4 وسيلة تحريك الحارق والدش
5 السطح المصلد
6 السطح المسخن
7 السطح غير المصلد

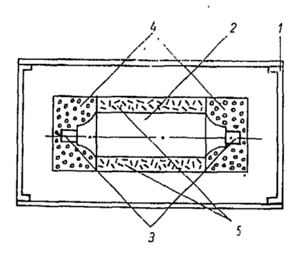


أوساط التبريد الفجائى وتأثيرها :

وسط التبريد	تأثيره
ماء مخلوط به حمض	حاد جداً
محلول ملحى	فجائى
ماء نقى (٢٠°)	حاد
زيت برافين	مائل إلى الاعتدال
زيت	معتدل (لطيف)
هواء مضغوط	أكثر اعتدالا

وهناك أجزاء مكنية ، مثل التروس ومرتكزات الأعمدة المرفقية وغيرها ، يتطلب الأمر أن تكون أسطحها فقط فى غاية الصلادة . وتتعرض هذه الأجزاء للمعاملة الحرارية التى تعرف باسم التصليد السطحى . وفى هذه الحالة لا تسخن سوى المناطق المطلوب تصليدها وتغطى المناطق الأخرى من هذه الأجزاء التى ينبغى أن تظل طرية (شكل ٣١٨) .

وإذا تطلب الأمر أن تكون بعض الأجزاء المكنية المعينة طرية وصلبة (متينة) وأن تكون بعض مساحات معينة من أسطحها فقط مصلدة ، فى هذه الحالة تستعمل طريقة التصليد بالتغليف . والصلب الطرى والمتين نسبة الكربون به منخفضة ولذلك فهو لا يقبل التصليد .



شكل ٣١٩ : التصليد بالتغليف

1 صندوق التصليد بالتغليف
2 قطعة التشغيل
3 المناطق المطلوب تصليدها فى قطعة التشغيل
4 مسحوق التصليد المحتوى على كربون
5 حشو طفال رملى

فى عملية التغليف بالتسخين تغلف المساحات المراد تصليد أسطحها بمواد كربونية ينفصل منها كربونها عند تسخينها .

وبتسخين المسحوق الكربونى المحيط بالقطعة يخرج الكربون منه ليتغلغل الصلب ، وبهذا ترتفع نسبة الكربون فى الطبقة السطحية التى تعرف أيضاً باسم الغلاف فيتمكن السطح من التصلد .

أما مساحات قطعة التشغيل التى ينبغى عدم تصليدها فتغطى بطبقة من الطفال الرملى أو طبقة رقيقة من النحاس الأحمر . وبالتسخين لمدة من ٤ إلى ١٠ ساعات تكون المساحات المطلوب تصليدها قد اكتسبت مقدارا كافيا من الكربون (شكل ٣١٩) .

(ب) التطبيع (المراجعة) :

نتيجة لعمليات التصليد (التسخين) والتبريد الفجائى ، يصبح الصلب صلدا كالزجاج كما يصبح سهل القصف . وقد تصبح الإجهادات الناتجة كافية لإحداث شروخ ، أو قد تتسبب فى كسر قطعة التشغيل مثل الزجاج إذا عرضت للطرق أو الصدمات . وهذا هو السبب الذى من أجله يعاد تسخين قطع التشغيل بعد التصليد لدرجة حرارة معينة للتخلص من هذه الإجهادات ، ولتحسين المطيلية . وعملية التطبيع هذه تقلل من صلادة قطع التشغيل ومقاومتها بمقدار معين ، ومن جهة أخرى فإنها تزيد من متانتها . ونتيجة لذلك تؤدى قطعة التشغيل عملها بشكل أفضل .

وإذا سخنت قطعة تشغيل من الصلب لامعة ، فى هذه الحالة تتكون على سطحها طبقة من الأكسيد لونها يناظر درجة حرارة معينة . لهذا فقد تستعمل هذه الألوان لتحديد درجة حرارة قطعة التشغيل .

درجات حرارة التطبيع والألوان المناظرة لسخونة الصلب اللاسبائكى :

العدد	درجة الحرارة م	اللون المناظر لدرجة الحرارة
أجهزة القياس	٢٢٠	أصفر فاتح
عدد الخرطة ، والمقشطة ، والمثاقيب الحلزونية ، الأجنات الخاصة بقطع التشغيل الصلدة .	٢٤٠	أصفر داكن
سكاكين التفريز ، والبراغل ، وذكور اللولبة ، ومناشير المعادن ، والمطارق اليدوية .	٢٥٠	أصفر بنى
المفكات ، عدد التجويف .	٢٧٠	أرجوانى
الذنب ، والشاقات ، والسنابك .	٢٨٠	بنفسجى
اليايات ، وأجهزة الجراحة .	٢٩٠	بنى داكن
القوالب ، والبلط ، والفؤوس وقوالب البرشمة .	٣١٠	أزرق فاتح

أخطاء التصليد :

إذا سخن الصلب إلى درجات حرارة غير صحيحة ، أو رفعت حرارة التصليد بسرعة شديدة ، أو سخن أكثر مما ينبغى ، أو كان تأثير وسط التبريد الفجائى سريعا جدا ، فى هذه الحالات لا يمكن تجنب حدوث أخطاء بالتصليد . وإذا عجز سائل التبريد الفجائى عن ملامسة قطعة التشغيل بانتظام ، فعندئذ تصبح أجزاء من الصلب طرية (انظر كذلك الشكل ٣١٧) .

والجدول الآتى يبين عرضا للعيوب التى قد تتسبب من أخطاء فى التسخين أو التبريد الفجائى (السقية) :

العيب أو العرض	الأسباب المحتملة	
	عند التسخين	عند التبريد الفجائى (السقية)
الصلب طرى جدا	التسخين لدرجة حرارة التصليد منخفضة جدا ، ومدة التسخين قصيرة جدا .	وسط التبريد الفجائى ساخن جداً ، ومدة التبريد الفجائى قصيرة جداً .
صلادة غير منتظمة الصلب	التسخين غير منتظم ودرجة حرارة التصليد منخفضة ، واحتراق الكربون فى الغلاف نتيجة لفعل الأكسجين وغازات الفرن عند زيادة مدة التسخين .	تبخر سائل التبريد الفجائى ، وعدم إزالة القشور ، والغمس بطريقة خاطئة .
الصلب صلد جدا	التسخين لدرجة حرارة زائدة .	التبريد الفجائى سريع جدا .
الصلب شديد التقصف	التسخين لدرجة حرارة زائدة ، واحتراق الصلب .	
تشوه قطعة التشغيل أو تشققها بدرجة ملحوظة .	التسخين بمعدل عال جدا ؛ التسخين غير المنتظم ، درجة حرارة عالية للتصليد ، ترك قطعة التشغيل فى درجة حرارة التصليد لمدة طويلة جداً .	التبريد الفجائى سريع جدا ، والغمس تم بطريقة خاطئة .

(ج) التخمير الحرارى (التلدين) :

التخمير الحرارى (التلدين) هو عملية تسخن فيها قطع التشغيل لدرجة حرارة معينة ، ثم تترك فى هذه الدرجة زمنا معينا ، وبعد ذلك تبرد ببطء . والغرض الأساسى من التلدين هو التخلص من

الإجهادات التى قد تكون تولدت من التشغيل على البارد أو على الساخن أو التبريد أو التسخين الغير المنتظم .

والغرض الآخر من التلدين هو تنقية البنية الداخلية للمادة . ولتحسين خواص التشغيل بالمكنات للصلب المحتوى على أكثر من ٠٫٥٪ كربون فإنه يعرض لعملية تلدين كاملة . وتحدد درجات حرارة التلدين لأنواع الصلب المتعددة بمعرفة المصانع المنتجة له ، ووفقا للغرض من التلدين ونسبة الكربون فى الصلب ، وتكون درجة حرارة التلدين فى الحدود من ٤٥٠°م إلى ١٠٠٠°م .

ثانيا : الحديد الزهر :

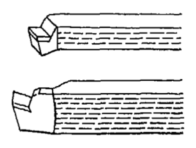
يستعمل الحديد الزهر فى الصناعات الهندسية لإنتاج الأجزاء المكنية مثل المبايت (الأغلفة) ، والأعمدة وفرش المكنات وما شابه ذلك . ويمكن صب الحديد الزهر بأشكال مختلفة ومتعددة .

وللحديد الزهر مقدرة على امتصاص والتقليل من الاهتزازات الناتجة من العناصر المكنية الدورانية أو الترددية . ويمكن الحصول على الاستقرار المطلوب فى مصبوبات الحديد بضبط أبعادها وفقا للغرض من استخداماتها .

وبجانب الحديد الزهر الرمادى العادى ، يوجد الحديد الزهر الذى يتميز بخواص معينة ، ويوفى بالمتطلبات التى تحددها المواصفات الخاصة كما هى الحال عند إنتاج الأعمدة المرفقية ، وحلقات الكباسات ومجمع الاسطوانات وأى وحدات إنشائية أخرى .

ثالثا : السبائك الصلدة :

السبائك الصلدة أصلد من أصلد صلب معروف . وتبقى صلادتها ثابتة غالبا إلا إذا سخنت لدرجة حرارة أعلى من ٩٠٠°م . والنوع الخاص من السبائك الصلدة هو الكربيد المعدنى المسمنت الذى يستعمل على هيئة ألواح صغيرة تركب فى عدد القطع (شكل ٣٢٠) .



شكل ٣٢٠ : لقم كربيدية مركبة بعدد أقلام الخراطة

رابعا : المعادن اللاحديدية :

من بين المعادن اللاحديدية المستخدمة في الصناعات الهندسية أساسا النحاس الأحمر ، والرصاص والزنك والقصدير وسبائك الألومنيوم والمغنسيوم الخفيفة .

النحاس : يستعمل أساسا لإنتاج المواصلات الكهربائية ومجموعة المفاتيح الكهربائية لأى نوع من المكنات .

الرصاص : معدن طرى جدا سهل الصب أو اللحام بالسبائك واللحام بالسمكرة .وأبخرة الرصاص المعدنى وسبائكه شديدة السمية . ونظرا لأن درجة حرارة انصهار الرصاص منخفضة (٣٢٧°م) فإنه يستعمل فى الغالب فى الحالة السائلة لتكسية أسطح المعادن الأخرى . وهو يستعمل فى الصناعات الهندسية كعنصر سبائكى لمعادن التحميل .

الزنك : (الخارصين) يستعمل لجلفنة ألواح الحديد (الصاج) والأجهزة المصنوعة منها . والزنك هو أحد مكونات النحاس الأصفر الذى يعتبر سبيكة من الزنك والنحاس الأحمر .

القصدير : يستعمل لتكسية المنتجات من الصلب . وتستعمل ألواح الحديد المقصدرة لإنتاج صناديق المحفوظات (العلب) وللأغراض الأخرى . والقصدير والنحاس الأحمر عنصران يدخلان فى تكوين البرونز .

الألومنيوم : طرى ، قابل الطرق . يمكن دلفنته بسهولة . ويستعمل الألومنيوم النقى لصنع الموصلات الكهربائية . وتستعمل سبائك الألومنيوم فى الصناعات الهندسية كأغلفة وأوعية وما شابه ذلك .

المغنسيوم : معدن سهل الصب والدلفنة وهو يستعمل غالبا كعنصر سبائكى للألومنيوم .

خامسا : مواد التحميـــل :

المعادن اللاحديدية وهى النحاس الأحمر ، والرصاص ، والزنك والقصدير هى المواد الأساسية التى تدخل فى صناعة مواد التحميل – وهى البرونز والنحاس الأصفر وسبيكة « بابت » . وهى تستعمل لإنتاج الحامل المستخدمة فى كافة الأغراض والمعرضة لأى حمل ، فضلا عن إنتاج جلب التحميل والجلب القشرية .

ويتكون البرونز من النحاس الأحمر والقصدير مع نسبة صغيرة من الزنك والرصاص .

ويستعمل البرونز لتبطين الحامل العادية.والتبطين بالبرونز يناسب بصفة خاصة الحامل العادية المعرضة للاحمال الاحتكاكية العالية (الحامل المتدرجة) والأحمال الصدمية .

والعنصران المتسابكان الرئيسيان للنحاس الأصفر هما النحاس الأحمر والزنك . لذلك فإن جلب التحميل المصنوعة من النحاس الأصفر تكون أصلد من تلك المصنوعة من البرونز ، إلا أن خواص مقاومتها للاحتكاك ليست أفضل منها للجلب المصنوعة من البرونز . والحامل المصنوعة من النحاس الأصفر سهلة القفش (الزرجنة) إذا لم تزيت جيدا .

وتحتوى سبيكة « بابت » على عدة عناصر سبائكية . فهى تتكون من النحاس والزنك والرصاص والقصدير والأنتيمون . ويحدد كل من النحاس والقصدير والرصاص الخواص الرئيسية لمقاومة الاحتكاك ، بينما تحدد نسبة الزنك والقصدير الصلادة . وبإضافة الزنك تصبح مادة التحميل أقل لزوجة وهى فى حالة انصهار ومن ثم تتحسن خواص سبائكها .

وسبيكة « بابت » هى سبيكة تحميل تناسب بصفة خاصة الحامل المعرضة للسرعات العالية والأحمال المتوسطة .

سادسا : اللدائن (البلاستيك) :

تستعمل اللدائن (البلاستيك) فى الصناعات الهندسية على نطاق واسع لأغراض متعددة . والبلاستيك مواد من صنع الإنسان ، صنعها عن طريق الصناعات الكيمائية . ومن الممكن إكساب البلاستيك قوة معينة ومقاومة ضد الحرارة ، وموصلية حرارية وخصائص أخرى ، وذلك بتغيير تركيبه الكيميائى .

وهناك طرق متعددة لتشغيل البلاستيك ، ومن هذه الطرق الحقن فى قوالب لإنتاج الأجزاء المصبوبة فى القوالب (شكل ٣٢١) .

التآكل وطرق الوقاية منه :

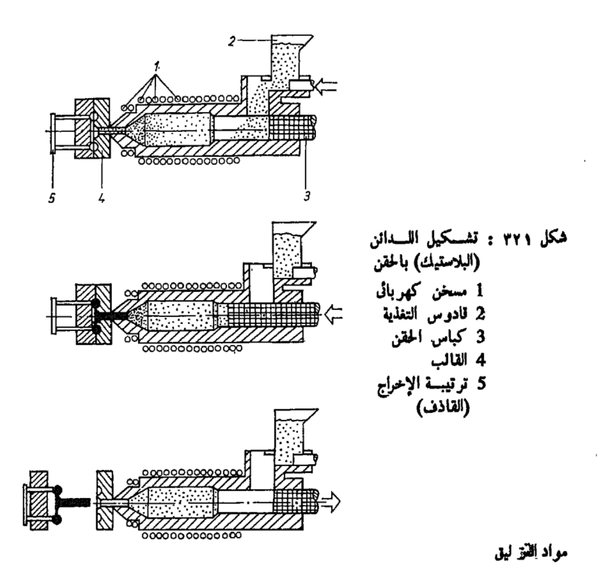
تتلامس أسطح الأجزاء المكنية المصنوعة من المعادن مع الهواء والمواد الأخرى (مثل الماء ومواد التزليق وسوائل التبريد . . . . الخ) . وقد يؤدى هذا إلى حدوث عمليات كيمائية أو كهروكيمائية (كيمائية كهربائية) تتسبب فى اتلاف المادة . وتعرف هذه العمليات باسم التآكل أو التحات الكيمائى .

وفى حالات الاتصال المعدنى بين معدنين مختلفين تبدأ عملية التآكل بمجرد دخول ماء أو ماء حمضى أو أى مادة أخرى بينهما ، أى يتآكل سطحا المعدنين المتقابلين .

وللوقاية من التآكل تكسى المعادن بطبقة واقية من معدن آخر مثل الزنك أو القصدير أو الرصاص أو النيكل أو الكروم . ويتم الحصول على هذه الطبقات الواقية من الزنك أو القصدير

أما الرصاص بغمس قطع التشغيل فى أى من هذه المعادن وهو منصهر ، كما يمكن استخدام التيار الكهربائى لحصول على هذه الطبقة الواقية .

وبجانب الطبقات المعدنية الواقية يستخدم الدهان أو الطلاء بالمينا لوقاية قطع التشغيل .



شكل ٣٢١ : تشكيل اللدائن (البلاستيك) بالحقن
1 مسخن كهربائى
2 قادوس التغذية
3 كباس الحقن
4 القالب
5 ترتيبة الإخراج (القاذف)

مواد التزليق

مادة التزليق هى إحدى المواد الحيوية التى تكفل تشغيل المكنات دون حدوث أعطال . ومهما كان السطح جيد التشطيب كما هى الحال فى المحمل العادى المصقول ، فلابد وأن يظهر على هذا السطح بعض الخشونة المعينة . فعند دوران مرتكز العمود فى المحمل يحتك سطحاهما ببعضهما البعض ، وتؤثر الخشونة على الحركة الانزلاقية . ويولد الاحتكاك الناشئ بينهما حرارة ، فيتآكل هذان السطحان بسرعة . وإذا استعملت مادة تزليق ، فإن السطحين الاحتكاكيين ينفصلان عن بعضهما البعض بطبقة رقيقة من هذه المادة . وبناء على ذلك يقل الاحتكاك والتآكل فى المواد .

وعلاوة على ذلك تعمل مواد التزليق بمثابة وسيلة ناجحة لتسريب حرارة الاحتكاك المتولدة فى الحامل . وهناك مجموعتان من مواد التزليق ، وهما زيوت التزليق والشحومات . وهاتان المجموعتان من نواتج تقطير الزيوت المعدنية .

ومن ناحية أخرى فإن هناك مواد تزليق منتجة من الزيوت النباتية أو الزيوت الحيوانية أو من الدهون المستخرجة من الحبوب المختلفة (مثل الزيتون ، والقنب ، والفول السودانى . . الخ) أو من أنسجة الحيوانات أو عظامها .

ونظرا لخواص التزليق الجيدة التى يتميز بها الجرافيت ، فإنه يخلط بزيوت وشحومات التزليق على هيئة مسحوق .

tempring	تطبيع (مراجعة)
tension spring	ياى شد
thimble	كشتبان
threaded	ملولب
threaded angle	زاوية اللولب
thrust	دفـع
tightness	إحكام
tolerance	التفاوت المسموح به
tolerance zone	منطقة التفاوت
tool	عــدة
tooth space	حيز السن
transition fit	توافق انتقالى
transmission	نقل الحركة
tronnion	مرتكز دوران (حول محور أفقى)
type	طراز — نوع
universal joint	وصلة جامعة الحركة
universal protractor	منقلة جامعة
upper limit	الحد الأعلى
valve	صمام
v-belt	سير على شكل حرف V
vernier	ورنيـــة
washer	حلقة (وردة)
water turbine	توربين مائى
waved surface	سطح مموج
waving machine	مكنة التمويج
welded joint	وصلة ملحومة
whole tooth depth	العمق الكلى للسن
wick	فتيلة
Woodruff key	خابور « وودراف »
work piece	قطعة التشغيل (الشغلة)
worm	عجلة دودية (بريمة)
worm wheel	ترس دودى (بريمة)
yoke	مقرن

rectangular taper key

خابور مسلوب مستطيل المقطع

reduction تخفيض

reference المرجع

repair اصلاح

rigid coupling قارنة جسيئة

ring حلقة

rocker arm

ذراع مترجحة (ترجحية)

roller bearing محمل درومجى

rotary motion حركة دورانية

round belt سير مدور (مبروم)

rule قاعــدة

scraper مكشطة (رشكتة)

screw مسمار مقلوظ

screw bolt مسمار ملولب

screw-driver مفك

self aligning محاذاة ذاتية

semi automatic نصف أتوماتى

set-screw مسمار ضبط ملولب

shaft عمــود

shaft sealing احكام (منع التسرب)

shaft system نظام أساسى

shape الثقب

sheave بكرة محززة

simple protractor منقلة بسيطة

sintered-iron حديد متلبد

sleeve جلبــة

sliding caliper

عدة قياس انزلاقية بفكين

slot شقب

slotted nut صمولة مشقوبة

snap gauge

محدد قياس أنطباق (للأعمدة)

socket spanner مفتاح ربط صندوق

solder joint وصلة ملحومة بالسمكرة

speed سرعـــة

sphere كــرة

spindle عمود إدارة

splined shaft عمود محـــدد

split bearing محمل تحميل

spoon scraper مكشطة ملعقة

square nut صمولة مربعة

standard مقياس إمامى

stay شـــداد

steam engine محرك بخارى

steel صلب (فولاذ)

straight motion حركة مستقيمة

stud جويـط

stuffing box صندوق حشو

suction سحب

support سائد - مسند

system نظام أسلوب

tap ذكر لولبة (ذكر قلاووظ)

taper key

خابور مستدق (خابور مسلوب)

taper sleeve جلبة مستدقة

taper sunk key خابور غاطس مستدق

tapping اللولبة (القلوظة)

mechanism	آليـة
micrometer	ميكرومتر
minimum size	المقاس الأصغر
minor diameter	القطر الأصغر
mode	طريقة – كيفية
motion	حـركة
mounting	تركيب
movable	متحـرك
multiple disk clutch	قابض متعدد الأقراص
muffle furnace	فرن لافح
needle	ابـرة
nominal size	المقاس الأسمى
none-ferrous metal	معدن لا حديدى
notched nail	مسمار متثلم
notched pin	أصبع متثلم (أصبع منقور)
nut	صمولة
nut locking device	وسيلة لزنق الصمولة
oil container	وعاء زيت
oil sump	حوض الزيت
operation	عمليـة
outside diameter	قطر خارجى
packing ring	حلقة حشو
parallel clamp	قامطة متوازية الفكين
parallelism	توازية
parallel key	خابور متوازى
path	ممر – طريق
pin	اصبع (بنز)
pin joint	وصلة باصبع
piston	كبـاس
pitch	خطـوة
pitch circle	دائرة الخطوة
pivot	محور ارتكاز
plain bearing	محمل عادى بسيط
plane surface	سطح مستوى
planer	مقشطة عربة
plastic	مادة لدنة (بلاستيك)
plug gauge	محدد قياس سدادى الثقوب
pointer	مؤشر
poppet valve	صمام قفاز
precision	دقـة
prime mover	محرك أساسى (أولى)
printing machine	مكنة طبع
processing	تشغيل (تعاقب العمليات)
production machine	مكنة الإنتاج (مكنة ورش)
profile gauge	محددات قياس أشكال جانبية
properties	خواص
protection	وقـاية
pully	بكرة (طنبور)
pump	مضخة
raduis	نصف قطر
range	حدود – نطاق
ratchet stop	مصد الساقطة
ratio	نسبة
reaming	توسيع الثقب (برغلة)
reciprocating pump	مضخة ترددية

fully-automatic	كامل الأتوماتية
function	وظيفــة
gases	غــازات
gauge	محدد قياس
gib-head key	خابور بذقن
grade	مرتبــة
graduation	تدريج
grooved pin	اصبع محزز (ذو مجارى)
group	مجموعـة
gudgeon pin	بنز الـكباس
hanging bearing	محمل تعليقة (معلق)
hard alloy	سبيكة صلدة
hardening	تصليــد
heat treatment	معاملة حرارية
helical gear	ترس حلزونى
herring-bone gear	ترس حلزونى مزدوج
hexagon head screw	مسمار ملولب برأس مسدس
hexagon socket	تجويف مسدس
hole	ثقب
hollow key	خابور مجوف
hook spanner	مفتاح خطاف
hopper	قادوس
hub	صرة
idle pully	بكرة وسيطة (طنبور وسيط)
impeller	دفاعة (مروحه)
indicator	مبين

insert	وليجـة
inspection	فحص — تفتيش
instrument	جهاز قياس
interference fit	توافق تداخل
jamming	التصاق (زرجنة)
journal	مرتكز العامود
joint	وصــلة
key	خابور
key way	مجرى الخابور
knurled	مترتر
knurled screw	مسمار ملولب برأس مترتر
lathe	مخرطـة
limit	حــد
linear measurement	قياسات طويلة
link	وصــلة
location	تحديد موقع
locking lever	ذراع احكام (زنق)
loose	سائب
lower limit	الحد الأدنى
lubricant	مادة تزييت
lubrication	تزليق
machine element	عنصر المـكنة
machine tool	مكنة قطع . مكنة ورشة
main scale	التدريج الرئيسى
major diameter	القطر الأكبر
material	مــادة
mating	ازواج — تزاوج
maximum size	المقاس الأكبر

collar nut صمولة برقبة
comparison مقارنة
concave surface سطح مقعر
conducting liquid سائل موصل
connection توصيلة
control lever ذراع التحكم
convex surface سطح محدب
corrosion التآكل
cotter pin تيلة مشقوقة
countersink أداة تخويش مخروطى
coupling قارنة (وصلة)
crank ذراع تدوير (مرفق)
cranked ring spanner
مفتاح ربط حلق معوج
crossed متعارض
cylindrical أسطوانى
depth عمق
depth gauge محدد قياس العمق
dial قرص مدرج
dial gauge محدد قياس بقرص مدرج
diameter of root circle
قطر دائرة الجذر
die قالب
disk قرص
double ended spanner
مفتاح ربط ذو طرفين
drawing سحب
drift سنبك
driving out اخراج (نفض)
ductility المطيلية (قابلية الطرق)

ejector قاذف (ترتيبة اخراج)
electric motor محرك كهربائى
engage يعشق
error خطأ
external خارجى
eye-belt مسمار ذو عروة
fastener أداة تثبيت
feather key خابور غاطس
feature سمة
feeler pin أصبع تحسيس (مجس)
ferrous metal معدن حديدى
fillister head screw
مسمار ملولب برأس أسطوانى
fine دقيق
fit توافق
fitter براد تجميع
fitting تركيبة
fixed مثبت
flat belt سير مسطح (مبطط)
flexible coupling قارنة مرنة
fluid friction احتكاك مائع
flywheel حدافة
forced جبرى
forging التشكيل بالحدادة
frame هيكل – اطار
free size مقاس حر
frequency تردد
friction clutch قابض احتكاكى
frictional connection
توصيلة احتكاكية

المصطلحات الفنية

(انجليزى — عربى)

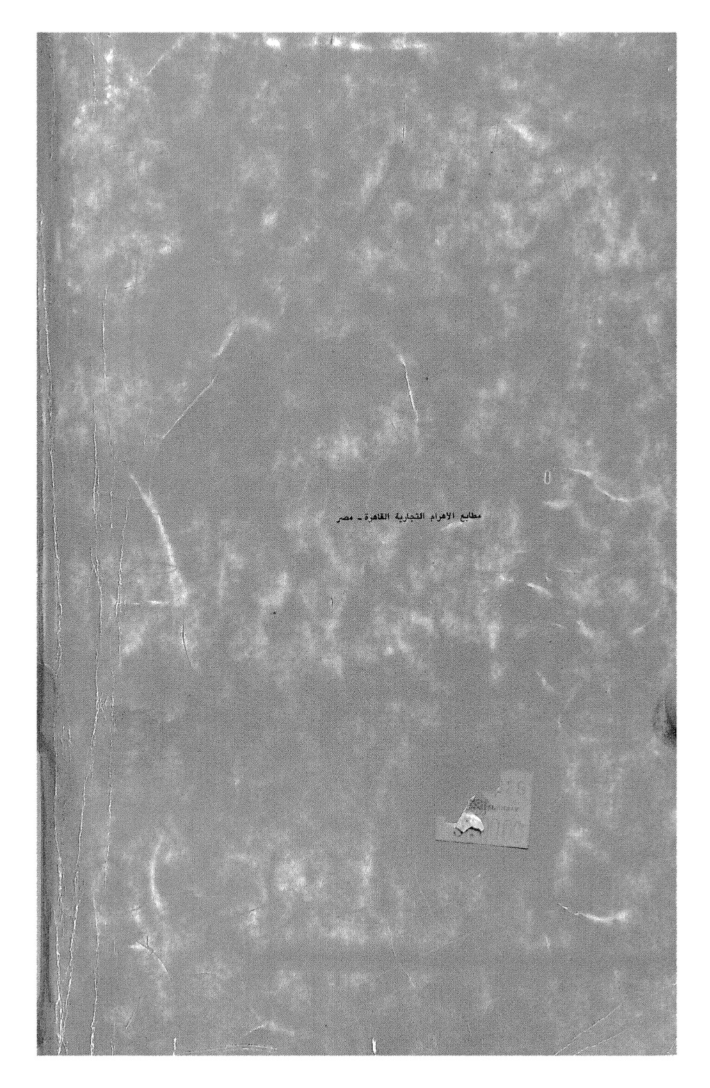
accuracy	دقــة
actual size	المقاس الفعلى
adjustable	منضبط (قابل للضبط)
air gap	ثغرة هوائية
allowance	تسامح
alloy	سبيكة
annealing	تلدين (تخمير حرارى)
anti-friction	مقاوم للاحتكاك
anvil	سندان
area	مساحة
assembly	تجميع
axle	محــور
balancing	اتـزان
ball bearing	محمل كريات (كرسى بلى)
ball cage	قفص (مدرجة) الكريات
barrel bearing	محمل برميل
basic hole	أساس الثقب
basic shaft	أساس العمود
basic size	مقاس أساسى
bearing	محمل (كرسى)
bearing housing	مبيت المحمل
bearing material	مادة المحمل
bearing shell	جلبة سبيكة المحمل
belt	ســير
bending	انحناء (حنى)
bevel gear	ترس مخروطى
bore	تجويف (فتحة)
bush	جلبة
caliper	عدة قياس بفكين
cam plate	قرص حدبة (قرص كامة)
cap	غطــاء
capstan	رحوية (صمولة كابستان)
casing	علبة — غطاء — غلاف — مبيت
casting	مصبوبة (مسبوكة)
cast iron	حديد زهر
castle nut	صمولة برجية
centre	مركز (ذنبة)
centrifugal	طاردة مركزية
chain	سلسلة (جنزير — كتينة)
characteristic	خاصية — ميزة
check	مراجعة
circlip	حلقة حابكة
clamp	قامطة
claw coupling	قارنة مخلبية
clearance	خلوص
clearance fit	توافق خلوص (خلوصى)
clutch	قابض (دبرياج)



مطابع الأهرام التجارية القاهرة - مصر

رقم الايداع بدار الكتب

١٩٨٨ / ٧٢٤٢



مطابع الأهرام التجارية القاهرة - مصر